ÉTUDE
CLINIQUE ET TOXICOLOGIQUE
DES URINES

THÈSE

Présentée et soutenue devant l'École supérieure de Pharmacie
de Paris

LE 15 JUILLET 1876

PAR

Henri BARNOUVIN

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

Interne et Lauréat des Hôpitaux de Paris,
Médaille de bronze de l'Assistance publique

PARIS
MOQUET, IMPRIMEUR
11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11.

1876

ÉTUDE

CLINIQUE ET TOXICOLOGIQUE

DES URINES

THÈSE

Présentée et soutenue devant l'École supérieure de Pharmacie
de Paris

LE 15 JUILLET 1876

PAR

Henri BARNOUVIN

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

Interne et Lauréat des Hôpitaux de Paris,
Médaille de bronze de l'Assistance publique.



PARIS
MOQUET, IMPRIMEUR
11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11.

1876

ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS.

M. CHATIN, Directeur.
M. BUSSY, Directeur honoraire.

ADMINISTRATEURS

MM. Chatin, Directeur.
Berthelot, Professeur
Bouis, Professeur

PROFESSEURS.

MM.	Chatin	Botanique.
	Berthelot	Chimie organique.
	A. Milne-Edwards	Zoologie.
	Buignet	Physique.
	Chevallier	Pharmacie galénique.
	Planchon	Histoire naturelle des médicaments.
	Bouis	Toxicologie.
	Baudrimont	Pharmacie chimique.
	Riche	Chimie inorganique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MM. Regnauld.
Baillon.

PROFESSEUR HONORAIRE : M. Caventou.

AGRÉGÉS EN EXERCICE.

MM. G. Bouchardat
Bourgoin,
I. Chatin.

MM. Jungfleisch
Le Roux
Marchand

M. CHAPELLE, *Secrétaire.*

A LA MÉMOIRE

DE MON PÈRE & DE MA MÈRE

U. M.

A MON FRÈRE

ET A MA SŒUR

A M. LE Dr CONSTANTIN PAUL,

Médecin des Hôpitaux,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine :

TÉMOIGNAGE DE RECONNAISSANCE.

A M. VIALLA,

Pharmacien en chef de l'hospice de Bicêtre :

HOMMAGE DE SON ANCIEN ÉLÈVE.

A M. LE Dr DESCROIZILLES,

Médecin des Hôpitaux :

HOMMAGE RESPECTUEUX.

ETUDE CLINIQUE ET TOXICOLOGIQUE

DES URINES.



PRÉAMBULE.

Le titre de cette thèse fait suffisamment connaître le but que nous nous proposons. Notre intention n'est point, en effet, de faire dans ce travail une histoire complète et détaillée de l'urine; la question, envisagée à ce point de vue, a été traitée à diverses reprises par des hommes trop éminents pour que nous puissions conserver l'espoir d'ajouter quelque chose d'important à ce qu'ils ont fait eux-mêmes. Mais nous avons pensé qu'en nous plaçant sur le terrain de la clinique et de la toxicologie, il nous était possible d'arriver sinon à découvrir, du moins à préciser certains faits, à mettre en relief certains points, trop négligés quelquefois, et dont la connaissance plus complète peut être de nature à rendre quelques services. Au point de vue de la clinique, en particulier, il y a certes beaucoup à dire; malgré les recherches déjà nombreuses entreprises dans ce sens, ne reste-t-il pas à cet égard plusieurs points peu connus; n'importe-t-il pas d'ailleurs d'insister sur les réactions de certains principes contenus dans l'urine pathologique, de bien préciser leurs caractères, afin d'éviter les

doutes que peuvent laisser dans l'esprit ces réactions incomplétement effectuées, et plus encore de prévenir les erreurs auxquelles elles conduisent forcément, quand elles ne sont pas faites avec tout le soin que réclame un pareil sujet. Les nombreux essais que nous avons effectués dans le cours de notre internat nous permettent de présenter sur ce point des observations qui résultent de l'expérience même : nous nous estimerons heureux si ces observations sont jugées dignes de quelque intérêt.

Le second point de vue que nous avons choisi nous paraît non moins digne de fixer l'attention. La recherche des poisons dans l'urine est de nature à fournir au médecin ou au chimiste de précieux renseignements, dans certaines conditions déterminées. Sans parler même des intoxications qui ont pour résultat une mort rapide, il est des cas spéciaux où l'examen de l'urine peut éclairer le praticien sur des effets dont la cause lui échappe. Dans les cas d'empoisonnement lent, par exemple, il est certain que cet examen de l'urine, pratiqué dans le sens que nous indiquons, pourrait bien souvent faire pressentir à temps l'origine de désordres inexpliqués. On sait, en effet, que la voie d'élimination par excellence est le rein ; on sait encore que certaines substances sont éliminées par l'urine sans subir de modifications, et que d'autres, le nitrate de potasse, par exemple, se retrouvent dans ce liquide, quelques instants après leur ingestion. Aussi pensons-nous qu'on néglige trop souvent, dans certains cas, l'examen du liquide urinaire, de ce produit de sécrétion tout préparé par la nature; le chimiste peut trouver là, en quelque sorte, une solution toute prête, sans avoir besoin de recourir à des moyens plus longs et dès lors moins faciles. Nous ne pouvions mieux faire, du reste, pour appuyer cette opinion, que de citer ici les paroles de M. le professeur Bouis, dont la compétence en pareille matière ne fait doute pour personne : « Le médecin légiste a le plus grand intérêt à pouvoir reconnaître, d'après l'analyse chimique de certains produits de sécrétion, quelle peut être la nature du toxique ingéré. M. Tardieu a imprimé à la médecine légale une tendance

qui sera féconde : grâce à lui, nos experts s'habituent dès aujourd'hui à voir dans une enquête d'empoisonnement autre chose qu'un examen, anatomique ou chimique, d'organes ; ils apprennent à découvrir un empoisonnement en dehors même des cas de mort. »

Cette thèse comprendra deux parties : la première consacrée à l'étude clinique, la deuxième à l'étude toxicologique des urines.

PREMIERE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

GÉNÉRALITÉS.

Nous consacrerons ce chapitre à quelques considérations générales sur la composition et les caractères de l'urine normale et pathologique.

L'urine est un liquide sécrété par les reins; sa composition est fort complexe et soumise, d'ailleurs, à de nombreuses variations; ses caractères physiques peuvent subir eux-mêmes des modifications plus ou moins profondes.

Composition. — Nous résumons dans le tableau suivant les nombreuses substances qu'elle peut contenir dans l'état normal et dans l'état de maladie :

Eau.

Sels à acides minéraux. — Chlorures de sodium, de potassium, chlorhydrate d'ammoniaque.

Carbonates de chaux, de magnésie, de potasse, d'ammoniaque.

Sulfates de potasse, de soude, de chaux.

Phosphates neutre, acide et basique de soude, de magnésie, acide et basique de chaux, ammoniaco-magnésien.

Sels à acides organiques. — Lactates de potasse, de soude, de chaux.

Urates de potasse, de soude neutre et acide, de chaux, d'ammoniaque neutre et acide, de magnésie.

Hippurates de chaux, de soude, de potasse.

Oxalate de chaux.

Acides organiques. — Acides urique, hippurique, lactique, biliaires.

Substances azotées. — Urée, créatine, créatinine, mucine, albumine, fibrine, allantoïne, cystine, tyrosine, leucine, xanthine.

Matières sucrées et glucoside. — Glucose, inosite, indicane.

Matières colorantes. — Matières colorantes naturelles, de la bile, du sang.

Matières grasses. — Margarine, oléine, etc.

Gaz. — Acide carbonique, azote, oxygène.

Caractères généraux. — *Couleur.* — L'urine normale est jaune ambrée. Des causes multiples font varier cette coloration. Il suffit de rappeler que l'urine des polyuriques est pâle, celle des hystériques presque incolore, qu'enfin ce liquide est d'un jaune foncé quand il contient une forte proportion de matières en dissolution.

L'urine est rouge lorsqu'elle contient du sang; elle devient brune quand cet élément a séjourné quelque temps dans la vessie.

Les matières colorantes de la bile peuvent encore lui communiquer une coloration verdâtre, jaune ou rougeâtre.

Dans des conditions assez rares, l'urine prend un aspect blanchâtre; cet effet est dû à la présence d'une certaine quantité de matière grasse. Une pareille urine est appelée laiteuse ou chyleuse.

Enfin, l'urine se recouvre quelquefois, après un temps plus ou moins long, d'une couche irisée particulière constituée par de l'indigo; celui-ci provient lui-même du dédoublement de l'indicane, sorte de glucoside qui paraît exister normalement dans l'urine de l'homme.

On sait, du reste, que certains médicaments peuvent donner à l'urine des colorations variables; la rhubarbe, le séné, la colorent en jaune foncé, la gomme-gutte en rouge, etc.

Transparence. — L'urine normale est transparente, mais dans l'état de santé le plus parfait elle ne tarde pas à montrer un léger nuage qui, tantôt se dépose peu à peu, tantôt reste en suspension dans le liquide. Ce nuage est constitué par du mucus. Toutefois,

il convient de dire que l'urine des individus atteints d'un catarrhe vésical, contient souvent une quantité de mucus beaucoup plus grande. La présence de cet élément doit donc, dans certains cas, être prise en considération.

Une urine, parfaitement transparente au moment de la miction, se trouble quelquefois peu à peu, à mesure que sa température s'abaisse; le trouble observé dans ces circonstances est dû à l'acide urique et aux urates, corps dont la solubilité diminue avec la température et qui fixent, en se déposant, la matière colorante de l'urine.

L'urine peut être trouble en sortant de la vessie; c'est le cas d'une urine chargée de pus ou de matière grasse; c'est ce qu'on observe encore quand ce liquide, contenant des phosphates et des carbonates terreux, est devenu alcalin dans la vessie, pour des causes que nous n'avons pas à apprécier ici.

Odeur. — Au moment de la miction, cette odeur est faible; mais elle s'accentue peu à peu, sans doute sous l'influence de l'air, et devient urineuse. Cette dernière odeur persiste, tant que l'urine est acide; mais, abandonne-t-on celle-ci à elle-même, dans un milieu un peu chaud, elle acquiert, au bout de quelques heures, une odeur ammoniacale souvent insupportable. C'est à la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque qu'il faut attribuer cet effet. Enfin, dans certains états pathologiques (cancer de la vessie, cystite chronique), l'odeur de l'urine devient des plus fétides.

Plusieurs substances, médicamenteuses ou alimentaires, peuvent modifier l'odeur de l'urine normale; telles sont les asperges; telle est encore l'essence de térébenthine, qui lui communique une odeur de violette.

Saveur. — Dans l'état normal, l'urine est légèrement amère et salée, saveur qu'elle doit à l'urée et au chlorure de sodium, et qui s'affaiblit quand la quantité d'urine augmente; elle devient presque nulle dans la polyurie. L'urine des diabétiques offre une saveur sucrée, plus ou moins prononcée.

Température. — La température de l'urine est à peu près celle du corps, située entre 37 et 38 degrés. Pour l'apprécier exactement, il est nécessaire non-seulement d'employer un thermomètre très-sensible, mais encore de placer le vase qui contient l'urine dans de l'eau chauffée à 35 ou 36 degrés, afin d'éviter un refroidissement trop prompt.

Densité. — Elle est en moyenne de 1,018. Dans le diabète insipide, elle peut descendre à 1,009, 1,001, d'après Trousseau; dans la glycosurie, elle s'élève jusqu'à 1,045 et même 1,074, suivant M. le professeur Bouchardat.

Pour connaître la densité d'une urine donnée, on emploie d'ordinaire un densimètre particulier, qui porte le nom d'uromètre. Quelques précautions sont nécessaires pour cette opération. L'urine étant recueillie dans une éprouvette, on y plonge l'uromètre; celui-ci doit flotter librement dans l'urine en expérience; on réalise cette condition en remplissant l'éprouvette jusqu'aux bords. Il est non moins nécessaire que l'urine mouille parfaitement l'uromètre; la surface de celui-ci devra donc être tout à fait nette. Si l'urine contient de la mousse au moment de l'observation, on doit l'absorber avec du papier à filtre, afin d'obtenir une surface complétement plane. Enfin, on sait que par un effet de capillarité, l'urine monte le long de la tige de l'uromètre, et atteint ainsi un niveau plus élevé que celui qu'elle occupe dans l'éprouvette; or, c'est ce dernier niveau dont il faut tenir compte.

Dans la plupart des cas, du reste, la densité de l'urine ne saurait avoir une valeur bien grande; elle est soumise, dans l'état de santé, à des variations trop fréquentes, pour qu'on puisse en tenir un compte sérieux dans les recherches cliniques. Les urines sucrées, par exemple, ainsi que nous l'avons constaté bien des fois, offrent souvent, à peu de chose près, la même densité que certaines urines normales.

Réaction. — L'urine normale de l'homme est acide; elle peut devenir alcaline momentanément, sous l'influence d'un régime végétal ou de boissons alcalines. Cette alcalinité peut dépendre

encore du phosphate basique de soude, dont l'action se manifeste dans des cas spéciaux, quand il y a ralentissement de la respiration et de la circulation.

On a longtemps cherché à quel corps il fallait attribuer la réaction acide de l'urine. Berzélius pensait qu'elle était due à l'acide lactique. Quelques auteurs ont cru qu'elle s'expliquait naturellement par la présence de l'acide urique ou des urates acides; Mais on sait aujourd'hui que le papier bleu de tournesol est à peine modifié par l'acide urique, et qu'il en est de même pour les urates acides. Cette manière de voir ne saurait donc être adoptée, et l'on admet actuellement l'opinion de M. le professeur Robin, qui attribue l'acidité de l'urine au phosphate acide de soude, avec ou sans phosphate acide de chaux.

On peut admettre que la formation de ce phosphate acide résulte de l'action de l'acide urique ou des urates acides sur le phosphate neutre de soude ; il se forme dans ces circonstances un urate acide ou neutre, aux dépens d'uue partie de la base du phosphate, qui passe ainsi à l'état de sel acide.

Mais, l'urine normale et acide peut devenir alcaline, au bout d'un temps plus ou moins long, sous l'influence d'une transformation particulière que subit l'urée, transformation qui se traduit par la production de carbonate d'ammoniaque.

Cette action est d'autant plus prompte que la température est plus haute, et s'effectue plus rapidement encore si l'urine contient de l'albumine ou du pus. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que certaines urines, notamment celles qui sont albumineuses, peuvent devenir alcalines après un temps très-court; on ne doit donc considérer une urine comme primitivement alcaline qu'autant qu'on a constaté sa réaction au moment même de la miction.

En général, cette alcalinité de l'urine, antérieure à son émission, est l'indice d'un état inflammatoire des reins ou de la vessie ; la présence de calculs dans ces organes, ou bien encore la paralysie de la vessie, peuvent déterminer aussi cette altération

de l'urine. Dans ces conditions particulières, ce liquide est souvent trouble, chargé de pus, et parfois d'une odeur fétide.

Les urines alcalines, en général, déposent des carbonates et des phosphates terreux ; quand leur alcalinité est due à la décomposition de l'urée, on observe en outre des cristaux de phosphate ammoniaco-magnésien.

Il peut être intéressant, dans certains cas, de savoir si l'alcalinité de l'urine provient du carbonate d'ammoniaque, ou bien si elle est due simplement à un phosphate ou à un carbonate alcalin; rien n'est plus facile que de lever les doutes qui peuvent exister à cet égard : il suffit, en effet, de chauffer, dans un tube de verre, une petite quantité de cette urine, et de plonger dans l'atmosphère du tube un papier de tournesol rouge et humide, en ayant soin toutefois qu'il ne touche pas les parois du tube. On comprend facilement que si celles-ci avaient été mouillées par le liquide alcalin, elles bleuiraient le papier; toute constatation ultérieure deviendrait par conséquent impossible. Si l'urine contient du carbonate d'ammoniaque, dès que la température s'élèvera, l'ammoniaque s'échappera et exercera son action sur le papier de tournesol; quelquefois même, son odeur deviendra sensible. Si, au contraire, l'urine doit sa réaction alcaline à un phosphate ou à un carbonate alcalin, elle ne fournira pas d'ammoniaque.

Il est bien entendu qu'un pareil essai n'a de valeur que s'il est effectué sur de l'urine tout nouvellement émise; nous avons vu, en effet, qu'après un certain temps, l'urine la plus normale peut contenir du carbonate d'ammoniaque.

Nous n'avons parlé jusqu'ici que des urines acides et alcalines; les urines neutres s'observent quelquefois aussi, mais beaucoup plus rarement; elles peuvent se produire sous l'influence des carbonates alcalins, quand ceux-ci sont en quantité suffisante pour détruire la réaction acide de l'urine.

Quantité d'urine. — On sait qu'un homme bien portant rend chaque jour 800 à 1500 grammes d'urine. Mais ce chiffre varie

sous des influences assez nombreuses; l'alimentation, l'exercice, la température extérieure, sont autant de causes qui le modifient. L'état de maladie amène des variations plus grandes encore. C'est ainsi que dans les fièvres, dans les maladies inflammatoires, on constate une diminution sensible de l'urine. C'est le contraire dans la polyurie, où l'on voit la quantité d'urine émise par jour atteindre des proportions considérables, jusqu'à 40 et 80 litres.

Gaz de l'urine. — Les gaz contenus dans l'urine sont l'acide carbonique, l'azote et l'oxygène. Il résulte d'un travail de M. Morin (*Journal de pharmacie et de Chimie*, 1864), que la quantité d'acide carbonique et d'azote augmente sous l'influence de la marche ou du travail, tandis que la quantité d'oxygène diminue.

CHAPITRE II.

URINES ALBUMINEUSES.

Ces urines sont ordinairement un peu pâles, mais assez souvent aussi leur aspect ne diffère en rien de celui des urines normales. On a remarqué que les urines albumineuses moussent beaucoup plus par l'agitation que celles qui ne contiennent pas d'albumine; mais ce fait, qu'on peut considérer comme vrai d'une manière générale, ne saurait avoir grande valeur, puisque différentes circonstances, la présence d'une forte quantité de mucus, par exemple, peuvent commuuiquer cette propriété de mousser à des urines non albumineuses.

Plusieurs procédés sont employés pour caractériser la présence de l'albumine dans l'urine; nous décrirons les principaux :

Recherche de l'albumine par l'acide azotique. — Cet acide est fréquemment employé pour la recherche de l'albumine, mais

son emploi n'est pas exempt d'inconvénients sérieux et nécessite certaines précautions indispensables.

On reçoit dans un tube à essai 20 ou 30 centimètres cubes d'urine filtrée, et on y verse peu à peu de l'acide azotique, en s'arrêtant de temps en temps, pour laisser la réaction s'effectuer. Celle-ci se traduit au sein de l'urine par un trouble ou un coagulum. Il serait difficile de préciser la quantité d'acide nécessaire pour produire cette réaction d'une manière complète; en général, on doit employer un volume d'acide azotique ordinaire égal au dixième du volume de l'urine. Il faut se rappeler, du reste, qu'une trop forte proportion d'acide peut transformer l'albumine en acide xanthoprotéique, surtout si l'urine a été préalablement chauffée. La formation de ce composé est de nature à induire en erreur, et peut faire croire à l'absence de l'albumine dans une urine qui en contient réellement. Aussi ne saurait-on trop recommander de ne jamais chauffer une urine avant d'y rechercher l'albumine par l'acide azotique; nous avons vu plusieurs fois des urines, faiblement albumineuses, passer pour normales, grâce à l'oubli de ce principe.

Dans certains cas, une urine limpide et acide peut donner un précipité sous l'influence de l'acide nitrique, sans cependant être albumineuse. Ce précipité est formé d'acide urique provenant de la décomposition des urates; cet acide urique, peu soluble, se dépose; mais, vient-on à chauffer le liquide, le précipité, plus soluble à chaud, se dissout : on possède ainsi la certitude qu'il n'est point formé d'albumine.

Il est donc essentiel, on ne peut trop le répéter, de soumettre à l'action de la chaleur tout précipité formé dans une urine par l'acide nitrique. Ce réactif, employé sans cette précaution, peut conduire aux résultats les plus erronés.

Une urine très-chargée d'urée peut encore donner, par addition d'acide azotique, un précipité d'azotate d'urée; mais ce cas s'observe si rarement avec l'urine de l'homme, que nous nous bornerons à le mentionner. Pour notre part, nous ne l'avons jamais

observé. Au reste, un pareil précipité disparaîtrait par la simple élévation de la température de l'urine.

Enfin, l'urine des individus qui absorbent de grandes quantités de copahu ou de térébenthine, se trouble quelquefois sous l'influence de l'acide azotique. Ce trouble résineux offre, jusqu'à un certain point, l'aspect que prend l'albumine dans les mêmes circonstances; mais sa solubilité dans l'alcool permet de l'en distinguer.

Recherche de l'albumine par la chaleur. — Dans ce mode de recherche, la première condition à remplir est de s'assurer si l'urine est acide. En effet, dans une liqueur alcaline, l'albumine resterait en solution malgré l'élévation de la température. On ajoute donc à l'urine, si cela est nécessaire, quelques gouttes d'acide acétique; cette addition doit être faite avec précaution: un excès d'acide s'opposerait à la coagulation de l'albumine. L'urine acidifiée est filtrée dans un tube à essai; on chauffe celui-ci sur une lampe à alcool dans sa partie supérieure seulement; cette manière d'opérer est très-avantageuse, surtout avec une urine peu chargée d'albumine. Le trouble produit dans la partie supérieure du liquide, tranche nettement avec la couche inférieure demeurée transparente. Vers 65°, l'urine devient opalescente, puis la température s'élevant encore de quelques degrés, le trouble s'accentue davantage; si l'urine est riche en albumine, on voit celle-ci se prendre en flocons. A la température de l'ébullition, la coagulation de l'albumine est complète.

Si l'urine contient peu d'albumine, il est bon, comme le recommande M. le Dr Méhu, de la saturer de sulfate de soude cristallisé. Ce procédé est fondé sur la propriété que possèdent certains sels neutres (sulfate de soude, chlorure de sodium, etc.), d'abaisser le point de coagulation de l'albumine; on a constaté que, sous leur influence, il peut descendre à 50°.

Un point essentiel, dans le procédé de recherche par la chaleur, est de s'assurer que le trouble ou le coagulum formé est bien dû à l'albumine. Nous insistons sur ce point, parce que bien souvent

nous avons constaté qu'on le négligeait dans la pratique. Il peut arriver, en effet, que certains sels, tels que phosphates ou carbonate de chaux, dissous à la faveur de l'acide carbonique de l'urine, se déposent en troublant ce liquide, lorsqu'on vient à le chauffer, précisément par suite du dégagement de son acide carbonique. La nature du trouble qui se produit dans ces circonstances est facile à déceler; il suffit d'ajouter à l'urine quelques gouttes d'acide acétique ou d'acide azotique faible pour le faire disparaître immédiatement. Le trouble produit par l'albumine ne subirait dans ces conditions aucune modification.

Rappelons enfin qu'on peut encore déceler l'albumine au moyen du cyano ferrure de potassium : en présence de l'acide acétique, ce sel, en se combinant avec l'albumine, détermine la formation d'un précipité. Ce caractère est commun à toutes les substances albuminées.

Peut-être pourrait-on employer avec avantage, à la recherche d'une petite quantité d'albumine, la solution alcoolique de sublimé.

Recherche d'une petite quantité d'albumine par le procédé de M. Méhu.— Ce procédé est souvent d'un grand secours, dans certains cas où l'emploi de l'acide azotique et de la chaleur ne peut fournir d'indication précise.

M. Méhu emploie la solution suivante :

Acide phénique cristallisé	1	partie en poids.
Acide acétique du commerce . . .	1	—
Alcool à 90°.	2	—

On ajoute à l'urine quelques gouttes d'acide acétique, et on la filtre en la recueillant dans un verre conique. On y verse encore 2 à 3 pour 100 d'acide azotique, puis enfin 1/10 du volume total de la solution phénique. On agite vivement le mélange, et on l'abandonne à lui-même. S'il contient de l'albumine, il se trouble, et donne par le repos un précipité blanchâtre presque entièrement formé d'albumine.

Nous ferons remarquer qu'on doit employer le réactif dans les proportions indiquées; un grand excès de solution phénique pourrait donner à l'urine un aspect trouble, même en l'absence d'albumine.

Ce procédé est très-sensible, et nous a permis de déceler quelquefois des traces d'albumine.

Quel que soit le procédé mis en œuvre pour la recherche de l'albumine, il peut se présenter des cas où il soit utile de caractériser cette substance. Deux réactions bien simples peuvent être employées dans ce but :

1° On reçoit dans un petit tube de verre une partie du précipité d'albumine, on y verse une goutte ou deux d'acide azotique, et on chauffe le tout doucement; peu à peu le précipité jaunit, par suite de la production d'acide xanthoprotéique.

2° Dans un autre tube, on place une petite quantité du précipité d'albumine; on y verse une ou deux gouttes du réactif Millon, et on chauffe doucement; le précipité albumineux se colore en rouge intense.

DOSAGE DE L'ALBUMINE.

Plusieurs procédés sont employés pour effectuer ce dosage. Sans vouloir les décrire tous, nous donnerons ceux d'entre eux qui nous semblent répondre le mieux aux besoins de la clinique.

L'action de l'acide nitrique sur l'albumine fournirait un moyen facile de doser cette substance, si certaines circonstances ne s'opposaient à l'exactitude d'un tel procédé. On sait, par exemple, que le précipité albumineux formé par l'acide azotique se redissout en partie par l'action des lavages ; on sait encore que l'albumine s'altère assez rapidement sous l'influence de l'acide azotique un peu concentré. Ce sont là des causes d'erreur qu'il n'est pas permis de négliger.

Dosage de l'albumine par l'action de la chaleur. — Pour appliquer ce procédé, on doit commencer par ajouter à l'urine quelques gouttes d'acide acétique faible jusqu'à réaction manifestement acide. Ce point est important, puisqu'au cas où le liquide serait alcalin, on s'exposerait à laisser en solution une quantité d'albumine en rapport avec la quantité d'alcali. L'urine étant acide, on la filtre, afin de la débarrasser des matières qu'elle peut tenir en suspension, telles que mucus, urates, etc., et qui viendraient s'ajouter, lors de la coagulation, à la quantité réelle d'albumine.

On pèse alors 50 à 100 grammes de cette urine; on y ajoute environ la moitié de son volume d'eau, afin d'obtenir un coagulum plus divisé, et, par conséquent, plus facile à laver; cette addition d'eau peut être négligée avec des urines peu riches en albumine. On chauffe le liquide dans une capsule de porcelaine, sur une lampe à alcool, en ayant soin d'agiter constamment avec une baguette de verre; on maintient l'ébullition pendant deux ou trois minutes. L'albumine coagulée nage le plus souvent au milieu d'un liquide transparent. Il est essentiel, pour l'exactitude des résultats, que l'albumine se présente dans cet état; si elle demeurait dans le liquide sous forme d'un coagulum gélatineux, elle passerait en partie au travers du filtre, lorsqu'on voudrait la recueillir pour en connaître le poids; il en résulterait nécessairement de graves erreurs. On remédie facilement à ce cas particulier en ajoutant à l'urine chaude quelques gouttes d'acide acétique faible. Cet acide, ainsi que l'a montré M. Esbach, possède la propriété, commune, du reste, aux acides en général, de faire contracter le précipité albumineux.

On reçoit donc le coagulum sur un filtre de papier de Suède; on le lave à l'eau distillée, et on dessèche le tout, filtre et albumine, dans une étuve chauffée à 100°, jusqu'au moment où deux pesées successives fournissent le même poids. A défaut d'étuve, on effectue la dessication au moyen d'une source de chaleur quel-

conque; mais ce procédé ne saurait donner des résultats aussi exacts.

Le précipité d'albumine étant très-hygrométrique, il est préférable, lorsqu'on le peut, de le peser entre deux verres de montre, après avoir laissé refroidir le tout en présence de l'acide sulfurique. On obtient le poids de l'albumine en déduisant du poids total celui du filtre et des verres de montre.

Ce procédé demande quelques commentaires. Il est certain, d'une part, que l'albumine, en se coagulant, entraîne une petite quantité de matières colorantes; mais le poids de ces matières est d'ordinaire assez faible pour être négligé; elle retient en outre une certaine quantité de sels; mais, il faut bien dire que quand le coagulum est parfaitement divisé, et nage par conséquent dans une quantité de liquide relativement abondante, il est facile de le dépouiller par des lavages bien faits des matières salines qu'il peut retenir.

L'albumine en voie de putréfaction ne se coagule pas complétement par l'action de la chaleur; on doit dans cette circonstance recourir au procédé de M. Méhu, c'est-à-dire saturer l'urine de sulfate de soude et l'acidifier par l'acide acétique. Par des lavages à l'eau distillée, on enlève facilement les dernières traces de sulfate de soude.

Dosage de l'albumine par le procédé de M. Méhu. — Ce procédé, qui repose sur l'action qu'exerce l'acide phénique sur l'albumine, fournit de très-bons résultats; l'auteur emploie pour ce dosage la solution phéniquée dont nous avons donnée la formule à propos de la recherche de l'albumine. 10 centim. cubes de cette solution se dissolvent, sans produire de trouble, dans 100 centim. cubes d'eau ou de tout autre liquide ne contenant pas d'albumine.

Pour opérer le dosage de l'albumine par cette méthode, on ajoute à 100 grammes d'urine quelques gouttes d'acide acétique, et on filtre. On verse dans l'urine filtrée 2 cent. cubes d'acide azotique, on agite, et on y ajoute, à l'aide d'une pipette, 10 cent. cubes de la solution titrée d'acide phénique. Il est nécessaire de

bien agiter, afin de diviser parfaitement le précipité d'albumine qui se forme dans ces conditions; celui-ci est ensuite recueilli sur un filtre de papier de Suède. On laisse égoutter, puis on lave le filtre avec de l'eau phéniquée bouillante, au centième. Il reste alors à faire sécher le filtre; une étuve chauffée à 100° ou 105° convient le mieux à cet effet. Le filtre étant sec, on obtient le poids de l'albumine en retranchant du poids total celui du filtre vide. Mais on obtient un résultat plus exact en opérant la pesée entre deux verres de montre, après refroidissement suffisant, en présence de l'acide sulfurique, comme nous l'avons indiqué en traitant du dosage de l'albumine par la chaleur.

Il faut s'assurer, toutefois, que les eaux de lavage du filtre ne sont pas coagulables par la chaleur et ne précipitent pas par l'acide azotique; on acquiert ainsi la certitude que le réactif a été employé en quantité suffisante. S'il en était autrement, il faudrait recommencer l'expérience sur une moindre quantité d'urine.

Ce procédé est très-recommandable. Nous l'avons employé plusieurs fois et avons pu apprécier tout l'avantage qu'il est permis d'en attendre. D'ailleurs, comme le fait judicieusement remarquer l'auteur, ce réactif étant entièrement composé d'éléments volatils, n'amène aucune surcharge dans le produit obtenu.

Dosage de l'albumine par le procédé de M. Esbach. — Il y a peu de temps, M. Esbach a fait connaître divers modes de dosage de l'albumine, basés sur l'emploi de l'acide picrique. Nous décrirons ici celui qui nous paraît le plus simple et le plus facile à exécuter, et auquel l'auteur donne le nom de *Méthode des dépôts*.

Pour obtenir le réactif qui sert à ce dosage, on commence par dissoudre dans un litre d'eau chaude 10 gr. d'acide picrique. Cette solution sert à préparer le réactif acéto-picrique normal, dont la composition est la suivante :

Solution picrique simple.	950 cent. cubes.
Acide acétique de dens. 1067 . . .	50 —

Bien agiter et laisser déposer.

Manuel opératoire. — On prend la densité de l'urine ; on l'étend d'eau, si cette densité dépasse 1006 ou 1008, et on en prend note ; cette addition d'eau a pour but de diminuer la densité de l'urine, cette densité agissant en retardant le dépôt d'albumine. L'urine doit être acide au tournesol ; si elle n'offre pas cette réaction, on y ajoute une ou deux gouttes d'acide acétique. On verse alors l'urine dans un tube spécial portant, au-dessus de l'échelle des grammes, deux traits, l'un U, qui indique le niveau où s'arrêtera l'urine, l'autre R, où s'arrêtera le réactif. On verse donc l'urine jusqu'à la lettre U, en se guidant sur la ligne inférieure du ménisque, puis on ajoute le réactif jusqu'au trait marqué R. A ce moment, on bouche le tube avec le pouce, et on le retourne complètement dix fois de suite ; il ne faut pas agiter, mais simplement mélanger les liquides en les faisant circuler d'un bout du tube à l'autre. On abandonne alors le tube au repos, dans une position verticale. Le lendemain, à peu près à la même heure, on lit le niveau du précipité sur le tube, et l'on a ainsi le nombre de grammes d'albumine par litre. Si, pour une cause quelconque, la surface supérieure du dépôt n'était pas tout à fait plane, on ne devrait se guider que sur la partie centrale. Si l'on a dû étendre d'eau l'urine, à cause de sa densité, on en tient compte en doublant, triplant, etc., le chiffre obtenu par la lecture du tube. Supposons que l'urine primitive marque 1021, on dit $3 \times 7 = 21$, et on porte de 1 à 3, par addition de 2 volumes d'eau, l'urine en expérience ; celle-ci n'a plus alors que 1007, chiffre compris dans les limites indiquées ; seulement il faudra tripler le résultat de l'analyse. En un mot, ayant lu le résultat après 24 heures, on le multiplie par le chiffre dont on a pris note la veille, en étendant d'eau.

Ce mode de dosage est assurément des plus commodes ; il fournit des résultats suffisamment exacts, et a le grand avantage de supprimer les longues manipulations. Nous nous en sommes servi bien des fois avec succès, notamment dans le service de M. le Docteur Constantin Paul, où nous l'avons vu employé pour la première fois.

La présence du sucre dans l'urine ne gêne nullement l'action du réactif. Il est bon d'ajouter encore que l'addition de l'acide acétique, tant au réactif qu'à l'urine, a pour but d'assurer l'action de l'acide picrique, dans le cas où l'urine serait alcaline, et de détruire l'effet des sels qui peuvent retarder la réaction propre à l'acide picrique, même dans une urine acide.

Les urines albumineuses contiennent rarement plus de 4 ou 5 grammes d'albumine par litre; toutefois, cette quantité peut s'élever à 10 gr. et plus.

CHAPITRE III.

URINES SUCRÉES.

Ces urines sont caractérisées par la présence d'une quantité plus ou moins considérable de glucose, c'est-à-dire du même principe qui constitue le sucre de fruits. Tandis que l'urine normale ne renferme que des traces de glucose, les urines sucrées peuvent en contenir, au contraire, jusqu'à 120 gr. par litre. On sait que de pareilles urines sont caractéristiques de la maladie connue sous le nom de diabète sucré, ou glycosurie.

L'aspect des urines diabétiques n'offre d'ordinaire rien de particulier. Si quelquefois elles sont peu colorées, c'est qu'elles proviennent le plus souvent de malades polyuriques.

La densité de ces urines diabétiques ne diffère pas toujours de celle de l'urine normale. Cependant, lorsque la densité d'une urine supposée sucrée s'élève au-delà de 1,025, ou 1,030, elle fournit une présomption de plus en faveur de la présence du sucre; cette présomption n'a toutefois rien d'absolu, puisque nous avons déjà vu que des causes diverses peuvent augmenter la densité de l'urine.

Indiquons les procédés mis en œuvre pour caractériser les urines diabétiques.

Recherche du glucose par les alcalis caustiques. — On sait qu'une solution de glucose jaunit, puis passe peu à peu au brun foncé, quand on la chauffe en présence des alcalis caustiques. Pour appliquer cette propriété à la recherche du glucose dans une urine, on ajoute à celle-ci 1/10 de son volume d'une solution concentrée de potasse ou de soude caustique, puis on chauffe le tout jusqu'à l'ébullition. Le liquide se colore rapidement et prend une coloration très-foncée, si la proportion de sucre est considérable. Dans le cas où l'urine ne contient qu'une faible quantité de glucose, il est avantageux de ne chauffer le tube qu'à la partie supérieure; la différence de coloration des deux couches qui se produisent devient ainsi très-sensible. Cette manière d'opérer est du reste applicable à tous les cas.

Recherche du glucose par le réactif Trommer. — Ce procédé est basé sur l'action réductrice qu'exerce le glucose, corps très-avide d'oxygène, sur l'oxyde cuivrique, qu'il ramène à l'état d'oxyde cuivreux. Voici comment il convient d'appliquer ce procédé :

On verse successivement dans un tube de verre 1 gramme d'urine filtrée et limpide, 5 grammes d'eau, 10 gouttes d'une solution de lessive des savonniers (soude caustique à 36° Baumé), puis enfin une solution de sulfate de cuivre, au vingtième, qui doit être ajoutée goutte à goutte, tant que l'oxyde de cuivre hydraté se redissout par l'agitation. On chauffe alors et on porte à l'ébullition; l'oxyde de cuivre est réduit d'abord à l'état d'hydrate d'oxyde cuivreux, qui est jaune, puis d'oxyde cuivreux anhydre, qui est rouge, quand l'ébullition a été suffisamment prolongée. Lorsque la réduction de l'oxyde de cuivre est totalement effectuée, l'alcali caustique, exerçant son action sur le sucre resté intact, produit dans la solution bouillante une coloration brune plus ou moins prononcée. Si alors on abandonne le liquide à lui-même, on voit un dépôt rouge d'oxyde cuivreux anhydre gagner peu à peu le fond du tube, tandis qu'au-dessus nage une liqueur colorée en jaune ou en brun foncé.

Il est deux précautions à prendre dans la mise en pratique de ce procédé. Premièrement, il importe de ne pas verser dans l'urine sucrée un excès de solution de cuivre, en raison de ce fait que pendant l'ébullition de la liqueur, en présence de l'alcali caustique, il se déposerait de l'oxyde noir de cuivre (Cu O), qui masquerait la coloration rouge de l'oxyde réduit (Cu^2O). D'autre part, il faut bien se garder de chauffer le mélange d'urine et d'alcali caustique avant d'y avoir ajouté le sel de cuivre, puisque l'action de l'alcali sur le glucose, à une température élevée, aurait pour résultat de le détruire et, dès lors, d'annihiler son action réductrice sur l'oxyde cuivrique. Nous insistons sur ce dernier point, parce qu'il est en effet de première importance.

Recherche du glucose par la liqueur de Fehling. — Le glucose chauffé avec une solution de tartrate de cuivre dans un alcali caustique produit bientôt la réduction de l'oxyde Cu O, et sa transformation en l'oxyde Cu^2O. Telle est la réaction sur laquelle repose ce procédé, que nous considérons comme étant d'un emploi plus facile que le réactif Trommer.

Il importe de s'assurer d'abord que la liqueur de Fehling, soumise à l'ébullition dans un tube, reste transparente et ne produit aucun précipité. Cette précaution est essentielle, surtout avec une liqueur préparée depuis longtemps ou conservée à la lumière. Il nous est arrivé de voir une pareille liqueur donner un précipité par l'action seule de la chaleur; mise en ébullition avec une urine non sucrée, elle aurait fait croire à la présence du sucre.

On fait donc bouillir sur une lampe à alcool, et dans un tube de verre, la liqueur de Fehling (5 grammes environ); l'ébullition est maintenue pendant une minute, et la liqueur présentant les qualités voulues, on fait couler le long des parois du tube maintenu dans une position inclinée, 2 ou 3 gouttes de l'urine sucrée. On voit bientôt à la surface du liquide bleu presque bouillant se dessiner un anneau vert, qui devient rapidement jaune, puis rouge. La cause de ces différentes colorations est facile à comprendre : l'oxyde cuivreux hydraté jaune, qui se produit d'abord, forme du

vert par son mélange avec la liqueur bleue; bientôt, la couleur de cet oxyde devient prédominante, puis fait place à la coloration rouge due à l'oxyde cuivreux anhydre. Cette réaction est très-nette; si l'urine est très-peu sucrée, on en verse quelques gouttes de plus, et on active la réaction en chauffant la partie supérieure du liquide.

Cette manière d'opérer, recommandée par M. Méhu, est assurément la meilleure; nous l'avons essayée maintes fois, et avons constaté sa supériorité sur la méthode ordinairement suivie, et qui consiste à chauffer partie égale d'urine et de liqueur de Fehling. En opérant comme nous l'avons indiqué, la réaction produite devient très-facile à saisir; en effet, le mélange des deux liquides ne s'effectue que sur une couche très-mince, en raison de la grande densité de la liqueur bleue; par cela même, lorsque la réaction est complète, la coloration rouge due à l'oxyde cuivreux tranche très-nettement sur la liqueur bleue inférieure.

Cette réaction présente toutefois quelques causes d'erreur. On sait, en effet, que l'acide urique et les urates réduisent assez facilement la liqueur de Fehling. Il est donc bon d'en dépouiller l'urine en la décolorant par 1|10 de son volume d'acétate de plomb basique.

L'uidicane réduit aussi la liqueur de Fehling; mais cette substance existe dans l'urine normale en assez faible quantité pour qu'on puisse négliger son influence.

La présence de l'albumine peut encore entraver la réaction. Quand on vient à verser dans la liqueur de Fehling bouillante une urine sucrée et albumineuse, on observe que le liquide devient violacé et ne donne pas lieu à un précipité d'oxyde rouge. Il faut donc, en pareil cas, éliminer l'albumine. A cet effet, on fait bouillir l'urine acidifiée par l'acide acétique, on la filtre, et après l'avoir neutralisée par la potasse, on y cherche le glucose. Si la matière albumoïde n'est pas coagulable, il faut traiter l'urine par 1|10 de son volume de sous-acétate de plomb; on obtient ainsi un précipité abondant; on filtre. Le liquide qui passe re-

tient un excès de plomb; on l'enlève par l'hydrogène sulfuré; on filtre de nouveau la liqueur, et après en avoir chassé par la chaleur l'excès d'hydrogène sulfuré, on la soumet à l'action du réactif.

Mais ces précautions sont inutiles quand l'urine ne contient qu'une petite quantité d'albumine relativement au glucose; dans ces conditions, la réduction de l'oxyde cuivrique s'accomplit sans difficulté.

La présence des sels ammoniacaux est encore de nature à créer certaines difficultés. La réduction de l'oxyde cuivrique se produit, comme on le sait, à la faveur de l'alcali libre que contient la liqueur de Fehling. Si l'on vient à verser dans cette liqueur une urine contenant des sels ammoniacaux, on neutralise forcément l'alcali libre aux dépens des acides des sels ammoniacaux, tandis que l'ammoniaque se dégage. On conçoit aisément la conséquence de cette réaction. Pour y remédier, il suffit d'ajouter à la liqueur de Fheling un excès de soude caustique et de la faire bouillir en présence de l'urine supposée ammoniacale pendant un temps suffisant pour dégager l'ammoniaque. La réduction de l'oxyde cuivrique s'effectue dans ces conditions.

Recherche du glucose par la réduction de l'oxyde de bismuth. — Le glucose exerce encore son pouvoir réducteur sur l'oxyde de bismuth, en présence d'un alcali. Pour utiliser cette réaction, on ajoute, à 5 grammes d'urine, environ 5 centigrammes de sous-nitrate de bismuth, puis quelques gouttes (5 à 10) d'une lessive concentrée de potasse ou de soude caustique. On fait bouillir le tout, pendant quelques minutes, dans un tube de verre. Si l'urine contient du glucose, l'oxyde de bismuth, précipité par l'alcali, se réduira peu à peu à l'état de bismuth métallique, noir, pulvérulent (Boëttger). Cette réduction ne s'effectuera pas en l'absence de glucose.

Quand on opère sur une urine très-sucrée, l'excès d'alcali colore en jaune ou en brun le sucre non détruit; on voit après re-

froidissement, un liquide coloré en jaune, plus ou moins foncé, surnager le précipité de bismuth complètement noir.

Il est important, quand on emploie ce procédé, d'opérer sur une urine dépouillée d'albumine. On comprend, en effet, que l'albumine, cédant son soufre à l'alcali, provoquerait la formation d'un sulfure noir, alors même que l'urine ne contiendrait pas trace de glucose.

DOSAGE DU GLUCOSE.

Parmi les procédés les plus employés pour ce dosage, il faut citer : 1° la fermentation ; 2° la saccharimétrie ; 3° l'emploi de la liqueur de Fehling.

Disons, de suite, que le premier procédé présente des inconvénients tellement nombreux qu'on doit le rejeter dans la plupart des cas. Ce mode de dosage, fondé sur la fermentation alcoolique du glucose, est fort long, difficile à exécuter, et fournit le plus souvent des résultats inexacts. Aussi ne ferons-nous que le mentionner.

Le dosage du glucose par le saccharimètre est un procédé préférable à tous égards. Malheureusement, il n'est pas toujours facile d'avoir un sacchimètre à sa disposition ; c'est là un fait regrettable, qui rend impossible, pour beaucoup, un procédé de dosage susceptible pourtant d'une grande exactitude.

Nous ne décrirons pas ici le mode opératoire employé, et renverrons à cet égard aux nombreux auteurs qui s'en sont occcupés. Nous rappellerons seulement que chaque degré du saccharimètre correspond à 2 gr. 256 de glucose ; il suffit donc de multiplier ce chiffre par le nombre de degrés observé pour avoir le poids du glucose. Rappelons encore qu'il est essentiel, dans ce mode de dosage, d'opérer sur une urine décolorée et privée d'albumine ; cette dernière substance agit, comme on sait, sur la lumière po-

larisée en sens inverse du glucose. L'emploi du sous-acétate de plomb remplit ces deux conditions.

Dosage du glucose par la liqueur de Fehling. — Ce procédé est exact et d'une exécution facile.

On peut partir de ce fait que 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling titrée sont complétement décolorés par 1 décigramme de glucose, à la température de l'ébullition. Il est facile, en se basant sur cette donnée, de connaître la quantité de sucre que contient une urine ; il suffira, en effet, de déterminer quel est le volume de cette urine qui décolore 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling.

On doit s'assurer, avant de procéder au dosage, du titre de la liqueur de Fehling. Dans ce but, on dissout 1 gramme de glucose pur dans 200 centimètres cubes d'eau distillée. La richesse de cette solution en glucose est telle que 20 grammes en contiennent 1 décigramme, et doivent, dès lors, décolorer 20 centimètres cubes de liqueur bleue. On remplit une burette graduée en dixièmes de centimètres cubes avec cette solution sucrée ; on verse, d'autre part, 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling dans un matras en verre, on porte à l'ébullition, au moyen d'une lampe à alcool, puis on verse *goutte* à *goutte* la liqueur sucrée contenue dans la burette. Presque aussitôt, l'oxyde de cuivre réduit apparaît, tandis que la liqueur bleue se décolore de plus en plus. Lorsqu'on touche à la fin de la réaction, il est prudent de verser très-lentement le liquide sucré, et de laisser entre chaque addition de celui-ci un intervalle de quelques secondes, pendant lesquelles on observe si la décoloration est complète. Quelques auteurs recommandent, avec raison, de placer au-dessus du matras une feuille de papier blanc qui rend les dernières traces de liqueur bleue plus faciles à saisir. Si l'on avait ajouté plus de liqueur sucrée qu'il n'en fallait pour décolorer la liqueur de Fehling, on en serait averti par le liquide coloré qui surnagerait le précipité d'oxyde réduit, liquide coloré résultant de l'action de l'alcali sur le sucre en excès; dans ce cas, on devrait recommen-

cer l'essai. Si, au contraire, l'opération a été bien faite, on pourra constater que la liqueur décolorée, et préalablement filtrée, ne donne pas de précipité rouge d'oxyde cuivreux, si on la chauffe avec quelques gouttes de solution sucrée, et qu'elle n'en produit pas davantage, si on la soumet à l'action de la chaleur, en présence de quelques gouttes de liqueur bleue.

Dans le cas où les deux liqueurs ont été bien préparées, 20 centimètres cubes de solution sucrée ou 200 divisions de la burette, ont dû décolorer les 20 centimètres cubes de liqueur bleue ; mais s'il a fallu employer, par exemple, 224 divisions de la burette contenant la solution sucrée pour décolorer ces 20 centimètres cubes de liqueur bleue, on en conclut que cette quantité de liqueur bleue correspond à 0 gr., 112 de glucose. On devra donc, dans les dosages ultérieurs, chercher quel est le volume d'urine sucrée suffisant pour décolorer ces 20 centimètres cubes de liqueur bleue, correspondant, d'après l'essai précédent, à 0 gr., 112 de glucose.

La liqueur de Fehling étant ainsi titrée, voici comment on opère pour effectuer le dosage du glucose dans une urine donnée. On mesure, par exemple, 10 centimètres cubes d'urine filtrée dans une éprouvette graduée, et on y ajoute une quantité d'eau distillée suffisante pour porter ce volume à 100 centimètres cubes. Cette addition d'eau donne à la réaction une plus grande sensibilité ; elle peut être négligée avec une urine peu riche en glucose.

L'urine ainsi étendue est reçue dans une burette graduée en dixièmes de centimètres cubes. On verse, d'autre part, dans un matras de verre, 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling, on y ajoute quelques centimètres cubes de solution de soude caustique, puis 50 à 100 grammes d'eau distillée. L'addition de la solution de soude est nécessaire ; la réduction de l'oxyde cuivrique s'effectue, en effet, beaucoup mieux dans une liqueur très-alcaline, et nous avons pu constater qu'en omettant cette addition d'alcali, on rendait la réaction moins sensible. On porte

à l'ébullition le contenu du matras, au moyen d'une lampe à alcool, puis on y verse, peu à peu, d'abord, et très-doucement, vers la fin, l'urine contenue dans la burette ; on continue ainsi jusqu'au moment où la liqueur bleue est complétement décolorée. Ce terme étant atteint, il est facile de connaître la quantité de sucre que contient l'urine. Supposons que, pour arriver à décolorer complétement la liqueur bleue, il ait fallu employer 100 divisions de la burette, lesquelles représentent 10 centimètres cubes d'urine ; on en conclut que ces dix centimètres cubes réduisent 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling, et renferment, par conséquent, 10 centigrammes de glucose, puisque telle est la quantité de glucose qui réduit 20 centimètres cubes de liqueur de Fehling. La quantité de sucre par litre est ensuite facile à connaître.

On doit, du reste, éliminer, avant de procéder au dosage, les substances qui agiraient comme le glucose, ou celles qui empêcheraient la réduction de l'oxyde cuivrique ; parmi les premières, figure l'acide urique, parmi les secondes, se placent l'albumine et les sels ammoniacaux.

Cas particulier : Urine albumineuse et sucrée.—Pour doser ces deux substances, albumine et sucre, dans une même urine, on commence par effectuer le dosage de l'albumine, sans se préoccuper du sucre ; on peut employer à cet effet la solution phénique dont nous avons donné la formule ; l'albumine est recueillie sur un filtre, et traitée par le procédé ordinaire. Dans le liquide filtré, on dose ensuite le glucose, soit par la liqueur de Fehling, soit au moyen du saccharimètre.

Dosage du glucose par le procédé Duhomme. — Nous exposerons ici un procédé de dosage institué, il y a peu de temps encore, par M. le Docteur Duhomme. Ce procédé, essentiellement clinique, est simple et exact. En voici la description :

Sur le renflement cylindrique de deux compte-gouttes Limousin, l'auteur a tracé un trait horizontal qui, sur l'un, réservé à la liqueur de Fehling (c'est cette liqueur qui est employée), répond

à une capacité de 2 cent. cubes, et sur l'autre, destiné à l'urine, à une capacité de 1 centim. cube. Ce dernier compte-gouttes permet de déterminer la fraction de centimètre cube représentée par une goutte d'une urine quelconque s'écoulant de son intérieur; et ainsi disparaissent les difficultés inhérentes à l'extrême variabilité du volume des gouttes, suivant le liquide et suivant le compte-gouttes.

Au moyen du premier compte-gouttes, on puise dans le flacon de liqueur de Fehling 2 centim. cubes de réactif, ce qui est facile au moyen du trait de graduation. Par la pression de la poire en caoutchouc qui surmonte le compte-gouttes, on transvase cette quantité de liquide dans un tube à essai, et on l'étend avec volume égal d'une solution de soude caustique dans l'eau distillée.

L'expérience a démontré que l'urine donne d'un jour à l'autre avec le même compte-gouttes un nombre de gouttes différent pour le même volume; il est donc indispensable de déterminer chaque fois, avec le compte-gouttes destiné à cet usage, le volume d'une goutte de l'urine en expérience. Pour cela, il suffit de puiser 1 centim. cube d'urine, en se guidant sur le trait de graduation du compte-gouttes (ce trait de graduation doit être tangent à la courbe inférieure du ménisque concave), puis, à partir de ce moment, de compter les gouttes qui tombent jusqu'à l'expulsion complète du liquide ; on connaîtra ainsi la fraction de centimètre cube représentée par chaque goutte d'urine. Pour préciser, supposons que 1 centim. cube d'urine ait fourni 24 gouttes; chaque goutte de cette urine représentera 1/24 de centimètre cube.

Cela fait, on porte à l'ébullition la liqueur de Fehling, puis on y verse quelques gouttes d'urine et on attend un instant pour apprécier la modification produite dans la coloration de la liqueur ; avec les précautions d'usage, on ajoute, si cela est nécessaire, l'urine goutte à goutte, en ayant soin de chauffer après l'addition de chaque goutte. Lorsque la coloration bleue a disparu, l'expérience

est terminée. Si, pour obtenir ce résultat, il a fallu employer 8 gouttes d'urine, comme les 2 centim. cubes de la liqueur de Fehling correspondent à 1 centigramme de glucose, on en conclura que 8[24 de centim. cube de l'urine en expérience contiennent 1 centigramme de glucose.

M. le Docteur Duhomme a fait connaître une formule très-simple, qui permet d'éviter les difficultés qu'on pouvait craindre, en raison de ce fait que les fractions de centimètres cubes changent avec chaque urine. Cette formule, applicable aux cas où l'on emploie 2 centim. cubes de liqueur de Fehling normalement titrée, est la suivante : Multiplier par 10 le nombre de gouttes représentant 1 centim. cube de l'urine en expérience, diviser le produit par le nombre de gouttes qui sont nécessaires pour décolorer 2 centim. cubes de liqueur de Fehling (correspondant à 1 centig. de glucose) et on obtiendra, en grammes et centigrammes, la quantité de sucre contenue dans 1 litre d'urine.

Reprenons les chiffres de l'expérience ci-dessus : 24 représente le nombre de gouttes de 1 centim. cube de l'urine, 8 le nombre de gouttes qui ont été nécessaires pour décolorer 2 centim. cubes du réactif cupro-sodique. 24 multiplié par 10 donne 240, qui, divisé par 8, donne 30. Un litre de cette urine contient donc 30 gram. de glucose.

Tel est ce procédé : la simplicité du mode opératoire se passe de commentaires. Cette méthode réunit, selon nous, toutes les conditions désirables pour un examen rapide.

CHAPITRE IV.

URINES ICTÉRIQUES.

L'aspect de ces urines est d'ordinaire assez caractéristique; elles sont jaunes, brunes ou verdâtres. Ces différentes colorations va-

rient généralement suivant la réaction de l'urine; celle qui est acide offre une teinte plus ou moins verdâtre; celle qui est alcaline présente une coloration jaune, ou brun orangé.

Lorsqu'on étudie une urine supposée ictérique, on doit distinguer deux ordres de recherches, les unes s'appliquant aux acides biliaires, les autres aux matières colorantes de la bile.

Recherche des acides biliaires. — Ces acides sont désignés sous le nom d'acide cholique ou glycocholique, et d'acide choléique ou taurocholique; on connaît en outre plusieurs acides qui en dérivent, tels que les acides cholalique, paracholique, etc. Tous ces corps peuvent être parfaitement caractérisés dans l'urine, au moyen de la réaction Pettenkofer; cette réaction est basée sur la coloration violet pourpre que donnent les acides biliaires sous l'influence du sucre et de l'acide sulfurique. Voici comment on effectue cette réaction : On ajoute à une quantité donnée d'urine, contenue dans une petite capsule de porcelaine ou dans un tube de verre, quelques gouttes d'une solution de sucre de canne (1 partie de sucre et 4 parties d'eau), puis peu à peu une quantité d'acide sulfurique concentré correspondant aux deux tiers environ du volume de l'urine employée. On agite, et on voit le liquide prendre une coloration d'abord rouge, puis d'un beau violet pourpre. La réaction ne s'effectue que vers 60 à 70°. Si le mélange n'atteignait pas cette température, il serait nécessaire de le chauffer légèrement sur une lampe à alcool; mais, disons-le, là est l'écueil du procédé; nous l'avons vérifié plusieurs fois; pour peu que la température s'élève un peu trop, le mélange se colore en brun, et n'a plus rien de caractéristique.

Cette réaction est gênée par la présence de l'albumine; on devra donc en dépouiller préalablement l'urine; l'action de la chaleur, après addition d'acide acétique, peut être employée à cet effet.

Recherche des matières colorantes de la bile. — Ces matières colorantes, bilirubine, biliverdine, trilifuscine, etc., présentent au contact de l'acide azotique nitreux une réaction particu-

lière, découverte par Gmélin, et qui permet de les déceler dans l'urine.

La réaction Gmélin est fréquemment employée; elle ne peut donner des résultats certains qu'autant qu'on l'effectue avec soin. On doit opérer comme il suit: Dans un verre à expérience, on verse de l'acide azotique nitreux, 5 centim. cubes par exemple, puis on ajoute l'urine peu à peu, en la faisant glisser le long des parois du verre, de façon que l'acide et l'urine ne se mêlent que sur une faible épaisseur; au bout de quelques secondes, on peut voir au contact des deux liquides une série de couches colorées de haut en bas, en vert, bleu, violet, rouge, jaune. Bientôt ces couches disparaissent, et l'urine ne conserve plus qu'une couleur jaune orangée. Pour que la réaction ait une signification bien nette, il faut pouvoir constater la couche verte et la couche violette; on aurait tort de considérer comme caractéristique une simple teinte rouge, puisque l'acide azotique peut communiquer une pareille coloration à une urine normale.

Un point important est d'éviter l'emploi d'un acide trop chargé de vapeurs nitreuses; on sait, en effet, que l'acide hypo-azotique décompose facilement l'urée; si cet effet se produisait, il en résulterait une effervescence assez vive qui s'opposerait à la formation des diverses couches colorées.

La présence de l'albumine dans une urine ictérique peut masquer, en partie du moins, la réaction Gmelin, en se coagulant sous l'influence de l'acide azotique. On devra donc débarrasser préalablement l'urine de son albumine en la soumettant à l'action de la chaleur ; le coagulum ainsi formé n'entraînera qu'une petite partie de la matière colorante.

Emploi du chloroforme. — Quelques auteurs conseillent encore d'agiter l'urine ictérique légèrement acidulée avec du chloroforme, qui dissout la bilirubine en se colorant en rouge orangé, ou en jaune. Mais ce procédé ne donne souvent que des résultats douteux, quand l'urine ne contient que des traces de bilirubine ;

d'ailleurs, celle-ci s'altère rapidement au contact de l'air, et se change en viliverdine.

Emploi de l'éther. — Le procédé qui consiste à agiter l'urine ictérine avec de l'éther ne mérite pas non plus grande confiance. La bilirubine et la bilipratine ne peuvent être séparées par ce dissolvant; il ne peut dissoudre que la biliverdine et certaines matières encore mal connues; quelquefois, on le voit alors se colorer en vert; mais cet effet n'est pas constant; aussi ce procédé n'a-t-il pas grande valeur.

Emploi de la teinture d'iode.—Sous l'influence de la teinture d'iode, les urines ictériques se colorent rapidement en vert; la réaction s'effectue à la température ordinaire, et par la simple addition d'une ou plusieurs gouttes de réactif à l'urine contenue dans un tube de verre; ce mélange se colore presque aussitôt en vert. Avec une urine fortement ictérique, il suffit le plus souvent d'une seule goutte de teinture d'iode.

Nouveau réactif des urines ictériques. — Dans ces derniers temps, M. le Docteur Constantin Paul a fait connaître un nouveau réactif des urines ictériques qui, par la simplicité de son emploi, et la netteté de ses résultats, est appelé à rendre d'utiles services à l'étude clinique des urines. La réaction découverte par l'auteur repose sur le changement de coloration qu'éprouve le violet de Paris, ou violet de méthyl-aniline, sous l'influence des urines ictériques.

Voici la description du mode opératoire très-simple adopté par par M. Constantin Paul : Dans un tube en verre ordinaire, on verse environ 10 centim. cubes d'urine; puis on y ajoute goutte à goutte la solution de violet de Paris, étendue au cinq centième ou huit centième. Pour que les expériences soient tojours comparables, le réactif est contenu dans un flacon muni d'un compte-gouttes Lebaigue, de sorte que la quantité de réactif se trouve rigoureusement la même dans chaque épreuve. On voit souvent, dès la seconde goutte, et quelquefois dès la première, se dévelop-

par une belle couleur rouge qu'apparaît instantanément, puis à la troisième et à la quatrième goutte la couleur rouge devient plus foncée. En agitant un peu le tube, on colore ainsi un anneau supérieur de l'urine, anneau qui a 2 ou 3 centimètres de hauteur; non-seulement l'urine s'est colorée en rouge, mais il s'est formé en ce point un véritable précipité qui rend l'anneau coloré trouble et opaque. Ce précipité, examiné au microscope, n'a rien de particulier, et n'offre pas traces de cristallisations.

M. Paul a fait de nombreuses expériences comparatives avec les urines communes. Nous résumerons ici le résultat de ses observations. Lorsqu'on ajoute successivement dans une urine commune jaune ambrée 4 gouttes de réactif, voici ce qu'on observe : le liquide réactif, étant plus léger que l'urine, n'en colore que la partie supérieure; en agitant doucement le tube, on colore l'urine dans une étendue de 3 à 4 centim.; la partie inférieure de ce liquide ne s'altère pas et reste comme témoin : or, l'anneau coloré n'est pas violet, il est bleu. Ainsi donc, l'urine commune, loin de rougir faiblement le violet, le fait virer au bleu; la différence est donc bien nette.

M. le Docteur Paul a examiné en outre l'action que certaines substances colorées pouvaient exercer sur le violet de Paris; il a observé les faits suivants :

Pendant les quelques heures qui suivent l'administration d'une infusion de séné, de 25 gr. de follicules, par exemple, l'urine, qui contient alors de l'acide chrysophanique, rougit le violet de Paris; mais l'urine du lendemain ne produit plus cette action; le réactif reste violet, ou tourne au bleu, comme dans les urines normales.

La rhubarbe, qui, comme le séné, amène dans l'urine de l'acide chysophanique, ne donne cependant pas à ce liquide la propriété de rougir le violet. Pour l'infusion de safran, de houblon, de réglisse, l'auteur a montré que ces substances ne pouvaient pas se trouver en assez grande abondance dans l'urine, pour exercer une influence sur le violet.

Avec les urines très-chargées de sang, le violet de Paris devient

rouge; avec celles qui en contiennent moins, mais qui, cependant, sont très-manifestement colorées en rouge, le réactif ne vire pas au rouge.

M. le Dr Paul a encore expérimenté sur des urines fortement colorées, mais non ictériques; il a vu que de pareilles urines n'agissent pas sur le réactif ou ne le rougissent que faiblement, mais qu'elles n'arrivent jamais au rouge pourpre que fournit l'urine ictérique, et, du reste, ne donnent qu'un rouge transparent, et non pas opaque, comme le font les urines ictériques.

De l'ensemble de ces faits, l'auteur conclut que le violet de Paris est un bon réactif des urines ictériques. De nombreuses expériences sont venues confirmer, d'ailleurs, cette opinion; pour notre part, l'emploi de ce réactif nous a donné, à diverses reprises, des résultats très-nets.

CHAPITRE V.

Nous réunissons dans ce chapitre certaines modifications de l'urine qui, quoique moins étudiées d'ordinaire que celles qui nous ont occupé jusqu'ici, n'en offrent pas moins une véritable importance et un grand intérêt.

URINES PURULENTES.

Ces urines contiennent toujours de l'albumine. Abandonnées à elles-mêmes, elles laissent déposer des globules de pus qu'il est facile de reconnaître au microscope; ils affectent la forme de vésicules opaques, arrondies, d'un diamètre variable, plus grand, généralement, que celui des globules du sang (9 à 14 millièmes de millimètres). Ces globules se distinguent de ceux du sang par quelques caractères: ils ne sont pas déprimés comme eux, et contiennent 1, 2, 3 ou 4 noyaux de formes variées, souvent réunis

en groupes ; leur surface est rarement lisse, et leur contour offre souvent des irrégularités. Mais les globules du pus ne présentent ces caractères qu'autant que l'urine qui les contient n'est pas encore putréfiée; si ce liquide est ammoniacal, ils sont gonflés et déformés, et ne laissent plus voir leurs noyaux.

Pour rendre plus rapide la séparation des globules, on ajoute quelquefois à l'urine purulente du sulfate de soude; le dépôt formé est soumis à l'examen microscopique, et le liquide décanté peut servir à la recherche de l'albumine par la chaleur. Cette recherche est facile quand l'urine purulente n'a pas encore subi d'altération profonde, mais il n'en est plus de même dans des urines ammoniacales et devenues visqueuses; pour y reconnaître l'albumine, il est nécessaire de les saturer complétement de sulfate de soude, après les avoir acidulées par l'acide acétique, de les filtrer et de chauffer à l'ébullition.

Quand l'urine est très-ammoniacale, et contient beaucoup de pus, elle devient presque visqueuse, et ressemble assez à une urine très-chargée de mucus. Les alcalis caustiques permettent, en pareil cas, de reconnaître la véritable nature du corps en suspension dans l'urine; sous leur influence, le pus prend une consistance de gelée plus ou moins épaisse, tandis que le mucus se dissout à peu près complétement.

Ce caractère est important à noter, dans bien des cas on pourra y recourir tout d'abord et en tirer une indication suffisamment précise.

URINES CHARGÉES DE MUCUS.

Nous avons vu que l'urine normale renferme toujours du mucus, nous avons vu également que, dans certaines maladies chroniques des voies urinaires, ce mucus devient souvent très-abondant; l'urine qui en est chargée abandonne par le repos une masse blanchâtre formée de globules de mucus, de débris de cellules

épithéliales, etc. Cette urine peut, d'ailleurs, être alcaline et contenir du pus; dans ces conditions, la mucine y existe presque entièrement à l'état de dissolution.

Pour caractériser ces urines chargées de mucus, on les filtre et on y ajoute un excès d'acide acétique : on obtient ainsi un précipité blanc de mucine. Le dépôt resté sur le filtre contient de la mucine, des globules de mucus, des cellules épithéliales, des urates, des phosphates. Les globules sont faciles à reconnaître au microscope; ils sont d'ordinaire plus petits que ceux du pus, brillants dans une urine nouvellement émise, et plus ou moins déformés dans une urine déjà altérée. Leur aspect brillant est surtout caractéristique.

Nous avons dit que la mucine est précipitable de ses dissolutions par l'acide acétique : ce caractère est d'une grande importance; grâce à lui, on ne peut confondre la mucine avec l'albumine; il donne le moyen de séparer, dans une même urine, ces deux substances, puisque l'albumine n'est pas précipitée par l'acide acétique.

Ces faits expliquent suffisamment pourquoi on acidifie, par l'acide acétique, l'urine dont on veut doser l'albumine : on la dépouille ainsi de la mucine qui y était dissoute.

Le précipité produit par l'acide acétique peut, toutefois, ne pas provenir de la mucine; il peut résulter de la décomposition des urates, qui donnent alors un dépôt d'acide urique; mais il suffit de rappeler qu'une légère élévation de température redissout tout précipité de cette nature.

URINES LAITEUSES OU CHYLEUSES.

Ces urines, tenant en suspension des globules gras plus ou moins complétement émulsionnés, sont caractéristiques d'un état particulier auquel on a donné le nom de c' ylurie. Les urines chyleuses, observées notamment par les Docteurs Beuce,Jones et

Priestley, se rencontrent bien rarement dans les pays tempérés ; celles qu'on y a trouvées ne contenaient assez souvent que quelques globules de graisse, et provenaient d'individus faisant usage d'une alimentation trop chargée de matières grasses ou atteints de gravelle : mais ces urines sont plus communes dans les contrées chaudes du globe.

Les urines chyleuses offrent, d'ordinaire, un aspect blanchâtre très-accusé; elles contiennent toujours de l'albumine, mais ne sont pas coagulables par l'acide acétique ; elles abandonnent à l'éther leur matière grasse; on peut donc, en les agitant avec ce liquide, et les laissant reposer pendant un temps suffisant, obtenir, d'une part, une solution éthérée de la matière grasse, et, de l'autre, l'urine presque entièrement dépouillée de celle-ci.

Au microscope, les globules gras sont faciles à reconnaître; ils sont de forme arrondie, transparents au milieu, opaques sur les bords, à cause de leur grand pouvoir réfringent.

Dans les faits observés par Beale, la matière grasse existait seulement à l'état moléculaire, c'est-à-dire dans un état d'extrême division. Examinée au microscope, cette matière se présentait sous forme de parcelles très-tenues. Il peut arriver, du reste, que cette matière grasse soit en partie saponifiée.

Ces urines ont un caractère commun facile à constater : le résidu de leur évaporation graisse le papier. Ce caractère ne permettrait pas de les confondre avec certaines urines troubles qui doivent leur opalescence à des causes tout autres. D'ailleurs, comme nous l'avons dit, les urines chyleuses renferment toujours de l'albumine.

URINES CONTENANT DU SANG.

L'aspect de ces urines est le plus souvent caractéristique. Quelquefois, simplement teintées de rose, elles sont, dans la plupart des cas, fortement colorées en rouge, et même en brun, quand le sang est resté dans la vessie pendant un certain temps.

Quand l'urine n'a pas subi d'altération, l'examen microscopique fournit un moyen facile de reconnaître les globules du sang; leur forme circulaire, leur dépression centrale, leur diamètre variant entre 7 et 8 millièmes de millimètre, les caractérisent nettement. L'analyse spectrale permet aussi de déceler le sang dans une urine qui contient encore de l'hémoglobine non altérée; cette urine produit, comme on sait, l'absorption des raies de Frauenhofer entre les raies D et E.

Mais les globules du sang s'altèrent rapidement dans l'urine; leur forme change, leur matière colorante se modifie. Il sera donc nécessaire, dans certains cas, de recourir à d'autres moyens. A cet effet, on recherchera l'albumine par la chaleur, puisqu'on sait que la présence du sang amène forcément celle de l'albumine. On fera bouillir, d'autre part, une partie de l'urine avec de la potasse ou de la soude caustique. Sous l'influence de l'alcali, l'hémoglobine et la métahémoglobine se transforment en hématine, qui colore le liquide en brun : il se produira en même temps un dépôt de phosphates terreux.

Quand l'urine renferme une forte proportion de sang, elle abandonne par le repos un dépôt de fibrine; cette substance, examinée au microscope, se présente sous la forme de fibrilles entrecroisées, offrant un aspect réticulé.

URINES HÉMAPHÉIQUES.

On a désigné sous ce nom certaines urines colorées en rouge rubis, et donnant des dépôts d'un rouge vif. Ces urines, qui ont été observées dans des affections hépatiques encore mal déterminées, se colorent d'ordinaire en bleu ou en rouge violet, quand on les traite par trois fois environ leur volume d'acide chlorydrique ; l'acide sulfurique les modifie à peu près de la même manière, et l'acide azotique leur communique une teinte rouge très-vive. On a supposé que ces urines devaient leur coloration

particulière à l'hémaphémie, matière colorante du sang décrite par Simon. Mais cette hypothèse ne paraît pas bien prouvée, et cette hémaphémie de l'urine semble se confondre par bien des points avec la substance qui colore en rouge l'urine des fiévreux, et qui dérive très-nettement de la bilirubine. Jaffé a donné à cette substance le nom d'urobiline (Arch. gén. de méd., 1873) ; elle peut s'obtenir artificiellement, comme l'a fait Maly, par l'hydrogénation de la biliruline. L'urobiline isolée est une poudre rougeâtre, soluble dans les alcalis, qui ne verdit pas à l'air et qui se dissout dans l'eau alcalinisée et dans l'alcool; l'acide chlorhydrique la fait passer au violet ou au rouge violacé. Ces caractères la distinguent, pour la plupart, de la biliruline.

Les urines hémaphéiques auraient la propriété de donner par l'addition d'acide acétique, un précipité brun, peu soluble dans l'éther et le chloroforme, plus soluble dans l'alcool concentré. La solution alcoolique laisserait par évaporation une poudre d'un jaune brun, soluble dans l'alcool et dans l'eau, et colorant ce dernier liquide comme l'urine rouge primitive. Mais, il faut bien le dire, ces caractères ont une analogie bien grande avec ceux que présentent quelquefois des urines très-chargées de matières colorantes, celles des fiévreux, par exemple; la matière colorante observée dans les urines dites hémaphéiques semble bien voisine aussi de l'uroérythrine, qui paraît être elle-même un produit d'oxydation de l'urochrome, matière colorante de l'urine normale. Pour notre part, nous avons observé plusieurs fois des urines qui auraient pu passer pour hémaphéiques, et qui n'étaient cependant que des urines très-chargées des matières colorantes dont nous avons parlé.

URINES CONTENANT DE L'INDIGO OU URINES BLEUES.

Parmi les matières qui colorent l'urine, les plus étudiées jusqu'ici sont l'uchrome et l'indicau. L'uchrome, encore mal connu, est susceptible de se modifier sous des influences diverses.

L'indican est une sorte de glucoside dont les dédoublements sont extrêmement remarquables; c'est lui qui produit l'indigo qu'on observe dans certaines urines; cet indigo se voit souvent à la surface de ces urines, sous forme d'un voile mince irisé de rouge et de bleu ; on le trouve encore au fond des vases, à l'état de poudre bleue. Il résulte du dédoublement de l'indican qui, sous l'influence de la fermentation alcaline, se transforme en indigotine ou composés analogues, d'une part, et en matière sucrée, l'indiglucine, de l'autre. C'est l'indigotine ainsi formée qui, sous l'influence de l'air, produit les irritations dont nous avons parlé.

Cet indigo des urines jouit des mêmes propriétés que l'indigo qui sert à la teinture. En le recueillant au fond d'un verre, ou sur un filtre de papier, on peut s'assurer qu'il est insoluble dans l'eau, mais qu'il se dissout dans l'alcool concentré et bouillant en le colorant en bleu. Abandonnée à l'air, cette solution alcoolique se décolore peu à peu et laisse déposer des cristaux très-fins d'indigotine, qu'on peut examiner au microscope.

Il ne faudrait pas confondre avec le voile irisé que produit l'indigo, la pellicule mince qui se forme quelquefois à la surface des urines, et qui semble résulter simplement de l'action de l'air sur le liquide urinaire. Cette pellicule ne présente, du reste, aucun des caractères que nous avons indiqués.

Nous avons observé plusieurs fois des urines assez riches en indigo, et c'est presque toujours la couche irisée qui nous les a révélées. Nous avons constaté que la présence de ce corps se manifestait après un temps très-variable, relativement au moment de la miction; dans un cas, nous l'avons trouvé au bout de quatre heures, dans un autre, au bout de vingt heures; nous avons vu en outre que ces urines étaient constamment alcalines.

L'indican, qui produit l'indigo, paraît exister en petite quantité dans l'urine normale; mais il devient beaucoup plus abondant dans certains états pathologiques, parmi lesquels on a cité le choléra et le carcinome du foie.

Matière colorante accidentelle. — Nous ne pouvons terminer ce court exposé, relatif aux matières colorantes de l'urine, sans dire un mot de la coloration particulière qu'elle peut prendre sous l'influence de certaines substances riches en acide chrysophanique, et spécialement de la rhubarbe. Les individus qui absorbent ce médicament émettent une urine jaune, comme l'urine chargée de bilirubine ; mais cette urine jaune ne saurait être confondue avec une urine ictérique, puisqu'elle ne donne pas lieu à la réaction Gmelin. Une pareille urine rougit, lorsqu'on la traite par la potasse ou la soude caustique ; elle peut même offrir une certaine analogie d'aspect avec une urine sanguinolente; mais ici encore, la confusion n'est pas possible; l'action des alcalis, l'examen microscopique ne pourraient laisser de doute ; les premiers donnent, avec les urines sanguinolentes, une liqueur colorée en brun avec des reflets verts à la lumière réfléchie, et ne produisent jamais ce dichroïsme avec les urines chargées de la matière colorante de la rhubarbe : l'examen microscopique établirait enfin l'absence des globules.

CHAPITRE VI.

DOSAGE DES ÉLÉMENTS LES PLUS IMPORTANTS DE L'URINE.

Nous nous proposons d'exposer dans ce chapitre les différentes méthodes propres à doser les principaux éléments de l'urine : tels sont l'urée, l'acide urique, les phosphates, le chlorure de sodium.

DOSAGE DE L'URÉE.

L'urée a pour formule $C^2 H^4 AZ^2 O^2$; c'est un corps cristallisé en longues aiguilles incolores, soyeuses, appartenant au système du prisme droit à base carrée. Sa saveur est fraîche et assez sem-

blable à celle du nitrate de potasse. Elle se dissout dans son poids d'eau froide, dans son poids d'alcool bouillant et dans cinq fois son poids d'alcool froid. Elle est presque insoluble dans l'éther.

Sous l'influence de la chaleur, elle se décompose en divers produits au nombre desquels se trouvent l'acide cyanurique, le bicyanate d'ammoniaque.

L'urée peut se combiner avec les éléments de l'eau et se transformer ainsi en carbonate d'ammoniaque; cette action s'effectue sous des influences diverses, celle des matières azotées, des acides ou des alcalis.

Elle se décompose en présence du chlore, du brome, en produisant de l'eau, de l'azote et de l'acide carbonique.

L'urée forme avec les acides des sels bien définis ; elle se combine avec certaines bases et différents sels métalliques.

Le dosage de l'urée a été l'objet de nombreux travaux ; la plupart des procédés indiqués sont malheureusement longs et compliqués : nous choisirons les plus faciles à appliquer.

Procédé Liébig, modifié par M. le Dr Byasson. — Ce mode de dosage, basé sur la combinaison de l'urée avec l'oxyde de mercure, a été simplifié par M. Byasson de la manière suivante :

« On pèse exactement 36 grammes d'oxyde rouge de mercure. Il est toujours facile de purifier soi-même le mercure et de le transformer en ce composé. On le fait dissoudre dans 50 grammes d'acide nitrique ordinaire étendu de la moitié de son poids d'eau. On évapore doucement jusqu'à apparition de vapeurs rutilantes et on fait, à 15° environ, avec cette liqueur et de l'eau distillée, le volume d'un litre. Si par le mélange avec l'eau, il se manifestait un léger trouble, quelques gouttes d'acide suffiraient à le faire disparaître. En opérant ainsi, on aura une dissolution dans laquelle tout le mercure sera à l'état de bioxyde et aussi peu acide que possible. Cette liqueur mercurielle est telle qu'un centimètre cube précipite 0,005 d'urée. Voici comment on opère :

« On mesure avec une pipette 50 centimètres cubes d'urine

que l'on verse dans une fiole; on ajoute 25 cc. d'eau de baryte et on agite. Un précipité blanc très-complexe, principalement formé d'urate, de phosphate et de sulfate de baryte se produit. Après cinq minutes environ, on filtre. On remarque qu'il y a eu décoloration partielle; le liquide filtré est alcalin. Dans tous les cas, cette proportion d'eau de baryte a éte trouvée suffisante. Au moyen d'une pipette graduée, on mesure 10 à 20 cc. de l'urine ainsi préparée que l'on verse dans un vase à précipité posé sur une feuille de papier blanc. A l'aide d'une burette graduée, on verse d'une main la liqueur mercurielle, on agite de l'autre. De temps en temps, on ajoute de petites quantités d'une dissolution faite avec 25 gr. de potasse pour un litre. On arrive ainsi à voir apparaître le précipité jaune qui tranche sur la couleur blanche du précipité et du papier. Ce premier dosage ne fait qu'indiquer approximativement vers quelle division se trouve la limite exacte. On en opère deux ou trois autres, qui sont toujours rapprochés, et dont on prend la moyenne.

« Il suffit d'une lecture opérée sur la burette, d'un calcul bien simple, puisque chaque centimètre cube précipite 0, 005 d'urée. On n'oubliera pas qu'on a opéré sur un liquide mélangé avec de l'eau de baryte dans la proportion d'un tiers. »

Il faut se souvenir que la solution mercurielle précipite l'albumine. On devra donc dépouiller l'urine de cette substance; à cet effet, on la chauffera vers 80°, après l'avoir acidulée par l'acide acétique.

Dosage par le procédé Leconte. Ce procédé repose sur la décomposition de l'urée par le chlore et les hypochlorites en azote et acide carbonique. L'azote seul est recueilli, tandis que l'acide carbonique est retenu par la liqueur fortement alcaline avec laquelle on opère : celle-ci est une solution d'hypochlorite de soude.

L'appareil dont on se sert se compose d'un petit ballon de la capacité de 150 cent. c., muni d'un tube de dégagement dont l'extrémité s'engage dans une éprouvette graduée et remplie d'eau

Pour opérer par ce procédé, on remplit presque complétement le ballon d'urine et de solution d'hypochlorite de soude; le tube de dégagement ne plonge que de quelques millimètres dans le liquide, de telle sorte que lorsqu'on commence à chauffer, la petite colonne de liquide qui se trouve dans le tube monte dans son intérieur et chasse devant elle l'air qu'il contenait; c'est à ce moment seulement que l'on reçoit le gaz sous la cloche graduée. On chauffe doucement d'abord, puis vers la fin on élève la température jusqu'à l'ébullition. Quand le dégagement de gaz cesse, on retire le foyer et on laisse refroidir.

Le gaz recueilli ne doit pas diminuer de volume quand on l'agite avec une solution de potasse caustique, ce qui prouve qu'il ne contient pas d'acide carbonique.

Un décigramme d'urée devrait donner 37 centimètres cubes d'azote. On n'en obtient le plus souvent que 34. On doit faire subir au volume de gaz trouvé les corrections de pression et de température nécessaires, et compter 34 centimètre cubes d'azote, sous pression 76 centimètres et à température 0°, pour 1 décigramme d'urée.

Dosage par le procédé Esbach. — Dans ces dernières années, M. Esbach a publié un procédé de dosage de l'urée, qui a le grand avantage d'être vraiment pratique; à ce titre, il intéresse particulièrement la clinique.

Le réactif indiqué par l'auteur est l'hypobromite de soude : il se compose de:

Eau filtrée de rivière. . . .	100 c. cubes
Lessive de soude (dite des savonniers).	40 c. cubes
Brome.	2 c. cubes ou 6 grammes.

On le prépare par simple mélange.

Ce réactif, mis en présence d'un liquide contenant de l'urée, décompose celle-ci en azote qui se dégage, et en acide carbonique qui se fixe sur l'excès de soude. Le volume d'azote recueilli fait connaître la quantité d'urée. C'est donc le même principe que dans le procédé Leconte.

L'uréomètre employé par l'auteur est un tube fermé par un bout et divisé en dixièmes de centimètre cube. A la moitié de la hauteur, qui correspond à la cent-quarantième division, le trait qui l'indique est prolongé circulairement, de manière à être toujours en vue.

On introduit dans le tube 7 centimètres cubes de réactif ; par-dessus celui-ci on verse de l'eau jusqu'au voisinage du repère 140, déjà signalé ; on attend un instant, et on observe le chiffre en tenant compte des fractions de division ; au chiffre trouvé on ajoute 10, nombre qui représente le centimètre cube d'urine sur lequel on va opérer. On introduit alors dans l'uréomètre ce centimètre cube d'urine, puis on ferme le tube avec le pouce. Cela fait, on mélange le tout en renversant plusieurs fois le tube, puis on agite fortement. Pour se débarrasser de la mousse qui prend naissance par l'effet de l'agitation, on fait parcourir lentement au liquide toute la longueur du tube ; on débouche enfin celui-ci dans un bain d'eau, le gaz resté libre au-dessus du liquide reprend alors le volume qu'il avait à la pression atmosphérique et chasse de l'appareil une quantité d'eau proportionnelle à l'excès de pression; on bouche de nouveau le tube avec le pouce et on le relève. L'opération est terminée; on enlève le doigt, et il ne reste plus qu'à lire; supposons que nous trouvions 107, 3; ce chiffre, retranché de celui que nous avons noté en commençant et que nous supposerons égal à 148,3, nous donne 41 : 1 centimètre cube d'urine a fourni ce volume d'azote libre.

Il s'agit maintenant d'interpréter ce volume d'azote en grammes d'urée ; on se trouve ici en présence d'une difficulté : il faut tenir compte des corrections relatives à la température et à la pression barométrique. Or, M. Esbach a simplifié ces choses en imaginant le baroscope correcteur et les tables baroscopiques, qui offrent les résultats calculés à l'avance.

Le baroscope est à la fois baromètre, thermomètre à air et tient compte en même temps de la tension de la vapeur d'eau ; la

résultante de ces 3 influences est exprimée par le chiffre auquel correspond le niveau liquide dans la branche fermée.

Les tables baroscopiques se lisent absolument comme une table de multiplication : la première rangée porte les chiffres baroscopiques, et dans la première colonne de gauche, sont inscrits les volumes gazeux.

Exemple: L'analyse a donné 41 divisions d'azote, le baroscope marque en ce moment 730. On descend la colonne 730 jusqu'à la rangée horizontale 41, et on trouve 10,3; c'est-à-dire que dans 1 litre de l'urine analysée, il y a 10g,3 d'urée.

On doit appliquer ce procédé à des urines privées d'albumine. Quant aux substances azotées de l'urine (créatine, créatinine, etc.), l'auteur est d'avis qu'elles ne sauraient exercer sur les résultats une influence notable; on peut donc les nég'iger.

Quantité d'urée. — L'urine de l'homme contient 15 à 20 grammes d'urée par litre. Cette quantité dépasse rarement 30 grammes.

ACIDE URIQUE : SON DOSAGE.

L'acide urique pur est blanc, cristallin, très-peu soluble dans l'eau (14 à 15,000 fois son poids à la température ordinaire, 18 à 1900 parties à la température d'ébullition). Sa dissolution est à peu près sans action sur le tournesol. L'éther, l'alcool ne le dissolvent pas; insoluble dans l'acide chlorhydrique, il se dissout dans l'acide sulfurique concentré; les alcalis caustiques le dissolvent facilement.

L'acide urique est bibasique; il donne naissance à deux séries de sels, les urates neutres et les urates acides. Les principaux d'entre ces sels sont les urates de soude, de potasse, d'ammoniaque. Les urates existent dans l'urine on proportions variables; dans certaines conditions, et notamment dans le cours de la fièvre; ils se déposent lentement au sein de ce liquide, en lui communiquant parfois un aspect particulier, et produisant finalement

une sorte de gravier rosé, jaunâtre, et quelquefois d'un rouge vif, dans ces circonstances, ils sont souvent mélangés d'acide urique.

Si l'on avait quelque doute sur la nature du trouble ainsi produit, il suffirait de chauffer l'urine pour lui rendre sa transparence; ces corps sont, en effet, beaucoup plus solubles à chaud qu'à froid. D'ailleurs, il serait facile de caractériser le dépôt par le procédé qui sert à reconnaître l'acide urique, et que nous allons décrire. Ce procédé repose sur la production d'une substance colorée à laquelle on a donné le nom de murexide. On opère de la façon suivante :

On place dans une capsule de porcelaine quelques centigrammes de la substance à essayer; on y ajoute 5 à 10 gouttes d'acide azotique ordinaire; puis quelques gouttes d'eau, et on chauffe ce mélange sur une lampe à alcool, en ayant soin d'étaler ce liquide sur les parois de la capsule. Il est nécessaire de chauffer doucement; une température trop élevée provoquerait la destruction de la matière; sans cette précaution, on n'obtient assez souvent, comme nous avons pu le constater, que des résultats très-incertains. La première phase de la réaction est signalée par une effervescence assez vive, provenant d'un dégagement de vapeurs acides. L'acide urique se dissout et se transforme en alloxantine; on évapore le résidu avec précaution, et bientôt l'acide urique est converti en alloxane; le résidu se dessèche, se colore en jaune, puis en rouge; cette dernière coloration s'accuse de plus en plus, à mesure que l'on chauffe davantage pour chasser les dernières traces d'acide. La coloration rouge est l'indice certain de la présence de l'acide urique. Pour confirmer cette réaction, on fait glisser dans la capsule encore chaude une goutte d'ammoniaque, qui développe aussitôt une coloration rouge violacée très-intense. C'est ce produit qui a reçu le nom de murexide ou purpurate d'ammoniaque.

Le dosage de l'acide urique s'effectue de la façon suivante : On filtre l'urine, pour la dépouiller du mucus et des débris d'épithélium qu'elle peut tenir en suspension; si sa réaction n'est pas franchement acide, on l'acidifie préalablement par l'acide

acétique. On reçoit dans un verre à expérience un poids donné de cette urine, on y verse 1/50 de son poids d'acide chlorhydrique pur fumant, et on abandonne le tout pendant vingt-quatre heures, dans un endroit frais. L'acide urique se dépose pendant ce temps; on le trouve cristallisé et le plus souvent coloré en rouge. On reçoit sur un filtre le contenu du verre, en ayant soin de laver celui-ci avec un peu d'eau distillée, que l'on verse ensuite sur le filtre. On lave le précipité avec 20 ou 30 grammes d'eau distillée, et on sèche le filtre à 100 degrés; on le pèse ensuite et du poids obtenu, déduisant celui du filtre, on a le poids de l'acide urique.

L'acide urique ainsi obtenu entraîne une petite quantité de matière colorante; celle-ci peut compenser la perte qui résulte de la faible solubilité de l'acide urique dans l'urine acide.

Si l'urine était très-pauvre en acide urique, telle est celle des polyuriques, il faudrait, avant de procéder au dosage, concentrer l'urine au cinquième de son volume environ.

Quand l'urine contient de l'albumine, cette substance, en se précipitant, peut augmenter le poids de l'acide urique. Il est donc nécessaire d'éliminer avant tout la matière albuminoïde; mais on peut éviter cette séparation préalable en substituant à l'acide chlorhydrique un volume égal d'acide acétique cristallisable. C'est un moyen de simplifier l'opération.

Ce mode de dosage a contre lui le temps même qu'il exige; il est à désirer que de nouvelles recherches conduisent à un procédé plus pratique.

La quantité d'acide urique rendue chaque jour éprouve des variations assez grandes, aussi bien dans l'état de santé que dans l'état de maladie. Ranke a trouvé que la quantité d'acide urique était 1/80 à 1/50 du poids de l'urée rendue dans le même temps.

PHOSPHATES : LEUR DOSAGE.

Les phosphates sont cont contenus dans l'urine sous différents

états; on y trouve des phosphates de soude, acide neutre ou basique, des phosphates de soude, de magnésie ou ammoniaco-magnésien. Leur proportion est soumise à d'assez grandes variations, variations qui dépendent de l'alimentation ou de certaines maladies du système osseux; dans ce dernier cas, leur quantité augmente.

L'urine doit son acidité, nous l'avons vu, au phosphate acide de soude; elle peut devenir neutre ou alcaline, suivant que ce sel devient lui-même neutre ou basique. L'urine acide contient des phosphates insolubles dans l'eau, dissous précisément à la faveur de son acidité; mais l'urine devient-elle alcaline, soit accidentellement, soit par l'effet de la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque, ces phosphates se déposent. Ils peuvent même communiquer à l'urine une opalescence très-marquée; mais l'addition de quelques gouttes d'acide acétique suffit pour la faire disparaître.

Le dosage des phosphates peut présenter deux cas : ils sont à l'état de dissolution ou à l'état de dépôt.

Premier cas. — Après avoir neutralisé l'urine, s'il y a lieu, on y verse une solution de sulfate de magnésie ammoniacale, tant qu il se produit un précipité; on ajoute encore de l'ammoniaque au mélange, puis on agite avec soin, et on laisse reposer pendant vingt-quatre heures. Il se forme un précipité grenu de phosphate ammoniaco-magnésien qu'on recueille sur un filtre de papier de Suède, on le lave ensuite avec de l'eau ammoniacale (3 parties d'eau pour 1 d'ammoniaque), et on le calcine au rouge vif dans une capsule de platine. Il se forme du pyrophosphate de magnésie, dont le poids fait connaître celui de l'acide phosphorique, puisqu'on sait que 100 parties de ce pyrophosphate contiennent 63,96 parties d'acide phosphorique anhydre.

Deuxième cas. — On dissout le dépôt dans une petite quantité d'acide chlorhydrique pur; on ajoute de l'ammoniaque pour saturer l'acide libre, de manière à faire naître un léger précipité, qu'on redissout à l'aide de quelques gouttes d'acide acétique; on

verse, enfin, dans la liqueur du chlorhydrate d'ammoniaque, puis la solution ammoniacale de sulfate de magnésie ; il se forme ainsi un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien, que l'on traite comme nous l'avons dit précédemment.

Si l'on avait à doser dans une même urine des phosphates dissous et des phosphates insolubles, on la traiterait tout entière par l'acide chlorhydrique, pour dissoudre les phosphates du dépôt, on y ajouterait de l'ammoniaque, pour produire un léger précipité que l'ou dissoudrait par l'acide acétique, et on continuerait l'opétiou comme nous l'avons dit pour le premier cas.

Autre procédé. — On peut aussi opérer le dosage de l'acide phosphorique au moyen de l'acétate d'urane. Dans ce but, on dissout le dépôt phosphaté dans l'acide acétique bouillant, puis on verse dans la solntion acétique de l'acétate d'ammoniaque, et enfin de l'acétate d'urane, et on fait bouillir. Il se dépose un précipité de phosphate d'ammoniaque et d'urane. On le recueille sur un filtre ; on le lave, on le dessèche ; enfin, on le calcine, comme dans la méthode précédente. Il reste dans la capsule un produit de couleur jaune, qui est du pyrophosphate de sesquioxyde d'urane; ce sel contient 19,91 pour 100 d'acide phosphorique.

Cette méthode de dosage est applicable aux phosphates solubles.

CHLORURE DE SODIUM : SON DOSAGE.

Le chlorure de sodium est un produit constant de l'urine normale. D'après M. Robin, sa proportion est de 3 à 8 grammes pour 1000. Elle varie, du reste, dans l'état de santé, avec la nature de l'alimentation; dans certains états pathologiques, notamment dans la pneumonie, elle peut devenir presque nulle.

On peut doser le chlorure de sodium de deux manières : 1° En le précipitant à l'état de chlorure d'argent, dont on prend le poids,

2° au moyen d'une solution titrée de nitrate d'argent, en présence du bi chromate de potasse.

Première méthode. — On pèse 10 grammes d'urine, par exemple, on y ajoute 2 grammes d'azotate de potasse pur, et on évapore doucement, jusqu'à siccité, dans une capsule de platine. On chauffe le résidu sur la lampe à alcool, pour charbonner la masse; lorsque toute trace organique a disparu, la masse forme un liquide incolore qui se solidifie par le refroidissement. On dissout ce résidu dans l'eau distillée, et dans la solution acidifiée par l'acide azotique, on verse un excès d'une solution d'azotate d'argent. On recueille le précipité de chlorure d'argent sur un filtre de papier Berzélius, et on le lave avec de l'eau distillée. On le sèche enfin à 100 degrés. Le poids du filtre vide étant connu, on le déduit du poids total pour avoir celui du chlorure d'argent, 100 parties de ce sel contiennent 24,72 de chlore et 75,28 d'argent, et correspondent à 40,74 de chlorure de sodium.

Deuxième méthode. —On évapore 10 cent. c. d'urine dans une capsule de platine avec 2 grammes d'azotate de potasse pur; le mélange étant desséché, on le chauffe jusqu'à fusion et disparition de toute trace de charbon. On dissout le résidu dans l'eau distillée; on ajoute à la solution obtenue une ou deux gouttes de solution saturée de chromate neutre de potasse, puis quelques gouttes d'acide azotique affaibli; enfin, on y verse lentement, à l'aide d'une burette graduée en dixièmes de centimètre cube, la solution titrée d'azotate d'argent (29 gr. 0,75 d'azotate d'argent dissous dans 1 litre d'eau distillée); on agite constamment le mélange, jusqu'à ce qu'une goutte de solution argentique fasse apparaître une coloration rouge de chromate d'argent; la formation de ce sel indique que tout le chlore est précipité. On connaîtra facilement la quantité de chlorure de sodium, sachant que chaque centimètre cube de la solution d'azotate d'argent précipite 10 milligrammes de chlorure de sodium, ou 6,065 milligrammes de chlore.

CHAPITRE VII.

SÉDIMENTS URINAIRES.

Les urines peuvent donner naissance à des dépôts variés, dont l'étude n'est pas toujours exempte de difficultés L'urine la plus normale laisse déposer, peu de temps après son émission, un léger nuage de mucus ou de cellules épithéliales; mais c'est là le cas le plus simple ; dans l'état pathologique, à ces deux éléments viennent se joindre des substances minérales ou organiques, dont la connaissance est à tous égardsdu plus grand intérêt.

Comme indication générale. nous ferons remarquer que les sédiments des urines acides contiennent surtout des urates, souvent une petite quantité d'acide urique libre,d'oxalate et de phosphate de chaux; et que les sédiments des urines alcalines renferment plus particulièrement du phosphate ammoniaco-magnésien, du phosphate de chaux tribasique, et même du carbonate et de l'oxalate de chaux.

L'examen microscopique, aidé de quelques réactions chimiques, permet de connaître rapidement la nature d'un sédiment urinaire;les résultats qu'on en peut tirersontle plus souvent très-sûrs. Pour procéder à cet examen, on décante la partie claire de l'urine, et on porte sous le microscope une goutte du dépôt qui constitue le sédiment. Les éléments de ce dépôt peuvent affecter trois aspects différents, qui nous serviront à établir trois groupes : ces éléments sont : 1° cristallins; 2° amorphes; 3° de structure organisée.

Premier groupe. — Le dépôt présente des éléments cristallins : il peut contenir :

1° Acide urique : coloré en jaune, ou en jaune orangé, rougeâtre, tantôt sous la forme de plaques à six côtés, tantôt sous celle de prismes dont les angles obtus sont arrondis ; quelquefois, ce

sont de longues pointes aiguës, groupées en faisceaux. Si l'on fait pénétrer par capillarité entre les deux lames de verre qui enferment le précipité une goutte de solution de potasse au dixième, elle dissoudra lentement l'acide urique ;

2° Urate d'ammoniaque : sous la forme de boules hérissées de pointes ;

3° Urate de soude : sous la forme de masses étoilées, de boules dont la surface est hérissée de piquants, ou bien de petits grains, quelquefois anguleux ;

L'acide acétique, employé comme la solution de potasse, agit peu à peu sur les urates d'ammoniaque et de soude, et laisse finalement de l'acide urique ;

4° Phosphate ammoniaco-magnésien : en gros prismes ; l'acide acétique le dissout ;

5° Phosphate de chaux bibasique : cristallisé en aiguilles ou forme des cristaux groupés en rosettes ou en boules : l'acide acétique le dissout ;

6° Oxalate de chaux ; en octaèdres présentant la forme d'enveloppes de lettres ; insoluble dans l'acide acétique, soluble dans l'acide chlorhydrique ;

7° Cystine : en prismes ou en tables à six côtés ; soluble dans l'ammoniaque. Très-rare dans l'urine ;

8° Tyrosine : en granules grisâtres, de structure rayonnée ; soluble dans l'ammoniaque ;

9° Leucine : cristalisée en paillettes blanches, légères, assez semblables à celles de la cholestérine ; soluble dans les alcalis caustiques. Elle a été signalée dans l'urine des typhiques, des varioleux ;

10° Indigo : en beaux cristaux d'un bleu pur.

Deuxième groupe. Le dépôt présente des produits amorphes : il peut contenir : Phosphate de chaux tribasique, urates acides alcalins, rarement du carbonate de chaux. L'acide acétique dissou-

dra le phosphate et le carbonate de chaux, tandis que les urates disparaîtront et seront remplacés peu à peu par des cristaux d'acide urique.

Troisième groupe. — Le dépôt présente des éléments ayant une structure organisée. Il peut contenir :

1° Des globules rouges du sang; disques biconcaves, arrondis sur les bords, sans noyaux, d'un diamètre de 6 à 7 millièmes de millimètre, à peine teintés de rose;

2° Des globules de mucus : généralement plus petits que ceux du pus, brillants, nacrés dans l'urine récente, plus ou moins déformés dans l'urine ammoniacale;

3° Des globules de pus : petites vésicules opaques, arrondies, d'un diamètre généralement plus grand que celui des globules du sang (9 à 14 millièmes de millimètre), ne sont pas déprimés comme ceux du sang, et contiennent 1, 2, 3 ou 4 noyaux, souvent réunis en groupes;

4° Des filaments fibrineux : sous forme de fibrilles entrecroisées, offrant un aspect réticulé.

5° Des matières grasses : globules arrondis, réfractant fortement la lumière;

6° Divers épithéliums, cylindres rénaux, spermatozoïdes, entozoaires.

Les sédiments urinaires pourront donc contenir les divers éléments compris dans chacun des trois groupes que nous avons décrits : l'examen microscopique sera considérablement simplifié, si l'on tient compte des caractères de ces groupes, caractères qui, dans un mélange donné, admettent ou excluent la présence de certains corps.

Le sédiment observé peut être un mélange de tous ces éléments. En le traitant par l'eau bouillante (200 fois environ le poids du sédiment), on dissout les urates, et on laisse les autres éléments à l'état insoluble. La liqueur filtrée, concentrée, acidifiée par l'acide acétique, abandonne bientôt des cristaux d'acide urique.

La partie insoluble dans l'eau, traitée par l'acide acétique, lui

cède les phosphates, mais non l'oxalate de chaux. L'acide acétique produit une effervescence, quand le mélange contient du carbonate de chaux. L'acide phosphorique des phosphates est ensuite caractérisé par les réactions ordinaires; on agit de même pour la chaux, la magnésie, l'oxalate de chaux.

Les matières organisées se reconnaissent au microscope.

CHAPITRE VIII.

CALCULS URINAIRES.

Nous croyons utile de compléter le chapitre relatif aux sédiments par quelques notions sur les calculs urinaires. Le plus souvent, en effet, ceux-ci se confondent, au point de vue de leur composition, avec les divers éléments des dépôts urinaires, et n'en diffèrent, dans bien des cas, que par leur volume, soit que leur composition soit simple, soit qu'elle comprenne, au contraire, plusieurs substances.

Les calculs ont une forme assez variable, tantôt ellipsoïdale, tantôt arrondie; certains sont hérissés d'aspérités, ou affectent des formes très-irrégulières.

Leur couleur n'a rien de constant et peut être modifiée par les substances les plus diverses. Les matières colorantes du sang, de la bile, de l'urine, leur communiquent des colorations trop variées, pour qu'on puisse en tirer quelque indice relatif à leur composition. On peut dire d'une manière générale que les calculs blancs à l'intérieur sont formés par des phosphates, les jaunâtres, les rouges, par de l'acide urique et des urates; que ceux qui sont translucides et jaunes sont constitués par de la cystine: ceux qui sont gris verdâtres ou bruns, par de l'oxalate de chaux.

Les calculs sont constitués le plus ordinairement par un mélange de plusieurs substances; quelquefois, les divers éléments

qui les composent sont séparés par couches concentriques; dans d'autres cas, ils sont complétement confondus.

Les calculs ont d'ordinaire un noyau, c'est-à-dire un corps solide sur lequel sont venues déposer les couches successives qui les ont formés. La nature de ce noyau est variable; il peut être constitué par un gravier d'acide urique, un caillot fibrineux, ou un dépôt urinaire quelconque. Certains calculs sont creux; ils ont dû avoir pour origine une matière de nature organique qui s'est résorbée peu à peu.

Les calculs qu'on observe le plus souvent sont ceux d'acide urique; puis viennent les calculs de phosphate ammoniaco-magnésien. Ce sel forme d'ailleurs l'enveloppe d'un certain nombre de calculs qui comprennent à leur partie centrale des éléments divers. Les calculs de carbonate de chaux ou de magnésie s'observent rarement chez l'homme.

Les principaux éléments des calculs sont: L'acide urique et ses sels, la cystine, la xanthine, l'oxalate de chaux, les phosphates de chaux, de magnésie, ammoniaco-magnésien, les carbonates de chaux et de magnésie, le mucus, la fibrine, quelquefois des matières colorantes.

Indiquons la marche à suivre pour reconnaître la nature des éléments qui entrent dans la composition des calculs.

Disons d'abord qu'on peut les diviser en plusieurs groupes, en se basant notamment sur la manière dont ils se comportent lorsqu'on les calcine sur une lame de platine.

I. *Calculs ne laissant pas de résidu fixe.* — On traite une petite portion de la substance par l'acide nitrique, on évapore à siccité et on humecte le résidu avec une goutte d'ammoniaque.

Il se colore en rouge pourpre :

On verse sur le calcul une solution de potasse; il ne se dégage pas d'ammoniaque.	Acide urique.
Sous l'influence de la solution de potasse, la matière donne de l'ammoniaque :	Urate d'ammoniaque.

Il ne se colore pas en rouge pourpre :

La solution urique prend une couleur jaune pendant l'évaporation ; le résidu est insoluble dans le carbonate de potassse :	Xanthine
La solution nitrique devient brun foncé pendant l'évaporation; le résidu est soluble dans l'ammoniaque, et se dépose de cette solution en tables hexagonales :	Cystine

On chauffe le calcul sur la lame de platine : s'il s'enflamme et brûle avec une flamme éclatante, il peut renfermer de la cholestérine ou de la fibrine :

Le calcul a une structure cristalline, se dissout dans l'alcool bouillant, et se dépose par le refroidissement sous forme de paillettes nacrées; il est insoluble dans la potasse :	Cholestérine
Le calcul dégage en brûlant l'odeur de corne brûlée; il se dissout dans la potasse caustique, et en est précipité par l'acide acétique; le précipité se dissout dans un excès d'acide acétique, cette dissolution est précipitée par le ferrocyanure de potassium :	Fibrine

Le calcul est de couleur brune, et dégage en brûlant l'odeur des matières animales calcinées.

Il est peu soluble dans l'alcool et l'eau, se dissout dans la potasse, qu'il colore en brun foncé; l'acide nitrique produit dans cette solution la réaction caractéristique des matières colorantes de la bile :	Matière colorante de la bile
Il est soluble dans l'alcool; la solution donne la réaction Pettenkofer :	Acides de la bile.

II. *Calculs laissant un résidu fixe.* — Deux cas peuvent se présenter :

1° La matière ne donne pas la réaction de l'acide urique, avec l'acide nitrique et l'ammoniaque :

Le calcul ne fait effervescence avec les acides, ni avant ni après la calcination; il est soluble dans l'acide chlorhydrique; l'ammoniaque le précipite de cette dissolution; l'oxalate d'ammoniaque le précipite aussi. Il fond au chalumeau, après calcination :	Phosphate de chaux neutre.
Le calcul dégage une odeur ammoniacale pendant la calcination; il se dissout sans effervescence dans l'acide acétique; l'ammoniaque forme, dans cette solution, un précipité cristallin. Il fond au chalumeau, après calcination :	Phosphate ammoniaco-magnésien.
Le résidu est blanc, ne bleuit pas le tournesol rouge et présente les réactions du phosphate de chaux. Ne fond pas au chalumeau, après calcination :	Phspohate de chaux
La matière primitive n'est pas attaquée par l'acide acétique; elle est soluble, sans effervescence, dans les acides minéraux, et l'ammoniaque la précipite de cette solution, après calcination, le résidu se dissout dans les acides avec effervescence. Ne fond pas au chalumeau, après calcination :	Oxalate de chaux
Avant la calcination, la matière se dissout dans les acides avec effervescence; la solution, préalablement neutralisée par l'ammoniaque, donne un précipité blanc avec l'oxalate d'ammoniaque, Ne fond pas au chalumeau, après calcination :	Carbonate de chaux.

2° La matière donne, avec l'acide nitrique et l'ammoniaque, la réaction de l'acide urique.

La matière communique à la flamme du chalumeau une couleur jaune intense. Fond au chalumeau :	Urate de soude.

La matière ne colore pas la flamme du chalumeau en jaune; dissoute dans l'acide chlorhydrique, elle donne une liqueur qui précipite le bichlorure de platine en jaune. Fond au chalumeau.	Urate de potasse.
Le résidu provenant de la calcination se comporte comme le carbonate de chaux. La matière est infusible au chalumeau.	Urate de chaux.
Le résidu de la calcination se dissout avec faible effervescence dans l'acide sulfurique dilué; la solution, neutralisée par l'ammoniaque, donne, avec le phosphate de soude, un précipité blanc. La matière est infusible au chalumeau.	Urate de magnésie.

Tels sont les caractères à l'aide desquels il est possible de répartir les calculs urinaires en deux groupes principaux, puis de subdiviser ceux-ci en groupes moins importants ou groupes secondaires. Cette division est de nature à abréger les recherches, et l'ensemble des caractères indiqués plus haut permet d'obtenir sur la nature d'un calcul des indications rapides et sûres, à la condition, toutefois, d'opérer avec soin et méthode.

DEUXIEME PARTIE.

ÉTUDE TOXICOLOGIQUE DES URINES.

Considérations générales. — Nous n'avons pas à envisager dans cette étude l'ensemble de la science toxicologique; ce serait aller au-delà des limites de notre sujet. Le cas particulier qui nous occupe se résume ainsi : « Recherche des poisons dans l'urine. »

Depuis longtemps déjà, divers expérimentateurs ont constaté que certaines matières colorantes ou odorantes sont éliminées de l'organisme par la voie des reins; depuis longtemps aussi, la présence de plusieurs poisons a été décelée dans l'urine. Mais ces données générales n'ont acquis une véritable importance, au point de vue que nous considérons, que le jour où les travaux d'Orfila, de Flandin, de Danger et autres toxicologistes, sont venus préciser certains faits ou certaines circonstances entrevus seulement jusqu'à eux. Telles sont, par exemple, les voies spéciales d'élimination des poisons, la durée ou les intermittences de cette élimination. C'est ainsi que Flandin et Danger ont constaté que l'arsenic était surtout éliminé par les urines, et que l'élimination chez certains animaux n'en était complète que le trentième jour. C'est ainsi encore qu'Orfila a montré qu'il est possible de déceler la morphine dans les urines, et que certains acides minéraux s'y retrouvent presque toujours; c'est ainsi, enfin, que Millon et Laveran ont observé que l'élimination par l'urine de l'antimoine, provenant de l'ingestion de l'émétique, avait lieu d'une manière intermittente.

On sait donc aujourd'hui que les reins sont les principaux organes de l'élimination des poisons; les faits observés à cet égard sont surtout concluants pour les poisons inorganiques; la plupart parmi eux ont été constatés dans l'urine. Mais, si les procédés appliqués à la recherche des poisons organiques n'ont pas donné

jusqu'à ce jour des résultats aussi certains, il n'en est pas moins vrai que l'urine peut contracter certaines propriétés caractéristiques de ces corps, telles que l'odeur, la saveur, etc. Ce fait établit suffisamment qu'il doit être possible de déceler leur présence dans ce liquide.

CHAPITRE PREMIER.

POISONS INORGANIQUES.

Procédés généraux de recherche. — Les procédés qui ont été employés pour la recherche des poisons inorganiques dans l'urine sont assez nombreux. Nous décrirons ceux d'entre eux qui ont fourni les résultats les plus certains.

Dans la plupart des cas, lorsqu'on soupçonne dans l'urine la présence de composés métalliques, on peut opérer directement sur ce liquide, sans lui faire subir d'opération préalable. A cet effet, on le soumet, pendant un temps plus ou moins long, à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré; l'arsenic, l'antimoine, le mercure, le cuivre, le plomb, donnent assez souvent dans ces conditions des précipités caractéristiques, dont il est facile de déterminer ultérieurement la nature.

Un procédé plus général consiste à chauffer les urines, d'abord au bain-marie, puis au bain d'huile, dans une cornue suivie d'un ballon constamment refroidi par un filet d'eau et d'une éprouvette cu cloche à mercure. Cet appareil peut servir à la fois à la recherche des poisons inorganiques, organiques et gazeux. Après une demi-heure à deux heures d'ébullition, on suspend l'opération et on analyse séparément les gaz de l'éprouvette à mercure, le produit du ballon, en n'y recherchant, bien entendu, que les poisons volatils à cette température (acides gazeux, agents anesthésiques, etc.); enfin, après avoir filtré le liquide de la cornue, on l'essaye par les réactifs généraux.

Dans certaines conditions, lorsque le poison peut être dissimulé par la présence des matières organiques, on a recours à des procédés spéciaux, qui ont été plusieurs fois mis en pratique par Orfils, Gaultier de Claubry et autres toxicologistes. Pour la recherche de l'antimoine, par exemple, Orfila évapore les urines à siccité et carbonise le résidu par l'acide azotique.

Procédé de Reinch. — Il repose sur la propriété que possède l'acide chlorhydrique d'enlever les poisons aux matières organiques, et le cuivre de précipiter, à une température peu élevée, plusieurs métaux de leurs dissolutions.

Faites bouillir, pendant une demi-heure, les matières suspectes dans suffisante quantité d'eau acidulée de 1 cinquième d'acide chlorhydrique pur, en ayant soin de maintenir la liqueur constamment acide; filtrez à travers un filtre préalablement humecté; lavez le résidu avec de l'eau aiguisée du même acide, puis à l'eau chaude, et, dans les liqueurs encore chaudes et convenablement concentrées, immergez, pendant une demi-heure, de petites lames ou de petits fils de cuivre en spirale, parfaitement décapés. Le métal se dépose sur le cuivre sous forme d'une couche, 1° d'un gris d'acier avec l'arsenic, 2° d'un gris de fer ou violette avec l'antimoine, 3° d'un blanc d'argent ou grisâtre avec le mercure. Avec le bismuth, on observe une pellicule métallique ou une poudre noire; avec le plomb, l'étain, une poudre noire. Le fer servirait à précipiter le cuivre.

Les lames ou les fils de cuivre lavés et traités par l'éther, s'ils sont recouverts de matières grasses, desséchés à une douce chaleur, seront soumis ensuite à diverses réactions, pour en séparer le métal déposé et en reconnaître la nature.

Ce procédé n'est peut-être pas sans reproches; mais, comme il s'applique aux poisons les plus importants, on peut assurément l'employer à titre d'essai, en se réservant de recourir ultérieurement à des procédés plus certains.

Procédé par le chlore. — On fait passer dans l'urine un courant de chlore lavé, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de flocons

blancs autour des bulles de chlore; on bouche le flacon, on laisse digérer pendant 12 à 24 heures; on filtre, on concentre le liquide, et on agit comme dans le procédé de Reinch, ou bien on le soumet à l'appareil de Marsh, si l'on a affaire à de l'antimoine, de l'arsenic, ou bien encore on le précipite par l'hydrogène sulfuré, etc.

Procédé par l'eau régale. — Ce procédé a été proposé, en 1844, par Gaultier de Claubry, pour la recherche des poisons métalliques dans l'urine, le lait, le sang, etc.

Chauffez ces liquides dans un ballon avec de l'acide chlorhydrique fumant, et ajoutez peu à peu de l'acide azotique; toutes les matières disparaissent assez promptement, et donnent une liqueur transparente, à peine colorée. Dans le liquide filtré et suffisamment concentré, plongez deux lames de platine communiquant avec les deux pôles d'une pile à courant constant, ou bien une lame de zinc au pôle négatif et une lame de platine au pôle positif, afin d'avoir une action plus rapide. Après un certain laps de temps, qui ne dépasse pas 8 à 10 heures, la lame de platine se couvre d'une couche formée par le métal ou les métaux de la dissolution. On la lave, on la dissout dans un peu d'acide azotique, pour la transformer en nitrate, qu'on évapore à siccité; on reprend par l'eau, et on essaye les réactifs généraux.

Ce procédé, que certains expérimentateurs ont considéré comme très sensible, est malheureusement long et compliqué.

Procédé de carbonisation par l'acide azotique. — Le liquide étant évaporé à siccité, projetez-le par petites portions sur un poids égal d'acide azotique, chauffé à + 60 — 80°, dans une capsule de porcelaine. La matière se dissout, la liqueur se colore en jaune, jaune rougeâtre, devient visqueuse ; puis apparaissent çà et là des points charbonneux, et la carbonisation s'opère avec une incandescence plus ou moins vive, dégagement de vapeurs épaisses, et il reste un charbon léger, spongieux. Ramassez le charbon au centre de la capsule, broyez-le avec un pilon de porcelaine dans la capsule même, humectez-le avec de l'eau régale et desséchez-le ensuite. Broyez de nouveau le charbon, faites-le

bouillir, pendant vingt à vingt-cinq minutes, dans de l'eau distillée simple ou acidulée par un acide ; filtrez, chassez l'excès d'acide, reprenez par l'eau et recherchez le poison.

Ce procédé a été employé par Orfila, oncle et neveu, pour la recherche du plomb, du cuivre du zinc, etc., combinés avec les matières organiques, ou absorbés.

Procédé par l'acide sulfurique (*Flandin et Danger*). — Le liquide étant évaporé jusqu'à consistance molle, on l'introduit dans une capsule de porcelaine avec 1/3 d'acide sulfurique. On chauffe progressivement, en remuant constamment avec une baguette de verre. La matière se dissout, le mélange noircit, s'épaissit, se boursoufle, se carbonise ensuite avec dégagement de vapeurs aqueuses et sulfureuses. On broie le charbon obtenu dans la capsule même, à l'aide d'un pilon de porcelaine ; on l'humecte avec de l'acide azotique, ou de l'eau régale, pour transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique et détruire aussi complétetement que possible la matière organique ; on dessèche de nouveau le charbon, on le broie et on le fait bouillir dans suffisante quantité d'eau distillée simple ou acidulée par l'acide chlorhydrique, azotique ; on filtre, on concentre la liqueur, pour y démontrer le poison.

Ce procédé s'applique avec avantage à la recherche des poisons métalliques. Toutefois, avec des corps volatils, arsenic, mercure, il est mieux d'opérer en vase clos, comme le recommande l'Institut.

Indications complémentaires. — Dans les procédés de Reinch, par le chlore, l'eau régale, le produit étant liquide, on peut employer directement les réactifs. Dans les procédés de carbonisation par les acides azotique et sulfurique, on fait bouillir le charbon dans l'eau acidulée par l'acide azotique, chlorhydrique ou l'eau régale; on filtre, on évapore, pour chasser l'excès d'acide, et on reprend le résidu par l'eau distillée. La liqueur est distribuée, par petites portions, dans de petits tubes de verre, ou des verres de montre et, si l'on n'a aucun indice sur la nature du poison, on

soumet ces différentes portions aux réactifs généraux, hydrogène sulfuré, sulfhydrate d'ammoniaque, etc. Lorsqu'on a trouvé ainsi quelque indication sur la nature de la substance toxique, on emploie les réactifs les plus caractéristiques.

MÉTALLOIDES.

PHOSPHORE.

Un fait assez général, constaté par Orfila, dans les empoisonnements par le phosphore, est l'augmentation de la sécrétion urinaire.

On a constaté que les urines des personnes ou des animaux empoisonnés par ce corps étaient phosphorescentes à l'obscurité. Mais ce caractère manque de constance. Nous devons dire toutefois que dans un cas d'empoisonnement par les allumettes chimiques, que nous avons observé, il y a plusieurs années, nous avons cru constater cette phosphorescence de l'urine; malheureusement nous n'avons pu vérifier suffisamment le fait.

Le D[r] Beale prétend encore que l'ingestion du phosphore amène une augmentation des phosphates de l'urine; bien que nous n'ayons pu vérifier cette assertion par l'expérience, il nous semble que le fait lui-même ne peut avoir de valeur au point de vue toxicologique; les phosphates de l'urine varient sous des influences trop nombreuses, pour qu'il soit permis d'attribuer leur augmentation à une pareille cause.

L'indication que pourrait fournir l'urine, dans un empoisonnement par le phosphore, ne saurait avoir d'ailleurs grande importance, ce corps révélant sa présence par plusieurs signes profondément caractéristiques. Quoiqu'il en soit, si des conditions spéciales rendaient utile ou nécessaire ce moyen d'investigation, il semble que l'appareil de Mitscherlich pourrait être employé avec fruit.

Voici comment cet appareil doit être disposé :

On introduit le liquide dans un ballon qui est mis en communication par un tube horizontal avec un réfrigérant de Liébig disposé verticalement. On porte à l'ébullition le liquide du ballon. S'il contient du phosphore, les vapeurs d'eau entraînent les vapeurs de ce corps, et à l'endroit où les premières se condensent, on voit apparaître une lueur dans l'obscurité. L'eau condensée et recueillie dans le ballon placé à l'extrémité du réfrigérant montre elle-même, lorsqu'on l'agite dans l'obscurité, le phénomène de la phosphorescence. On pourra trouver de petits grains de phosphore pulvérulent au fond du ballon ; si ce cas se présentait, on les caractériserait ultérieurement. Comme il pourrait se faire que le phosphore s'oxydât, par suite de l'accès de l'air dans le tube de condensation, il est préférable d'opérer la distillation au milieu d'un courant d'acide carbonique.

ARSENIC.

Depuis longtemps déjà, l'arsenic a été décelé dans l'urine ; Orfila y a constaté sa présence à différentes reprises. Nous avons vu d'ailleurs que les reins sont les principaux organes d'élimination de ce corps. La durée de cette élimination semble assez variable ; elle serait d'un mois, suivant certains auteurs, de quinze jours, d'après d'autres. Du reste, elle n'est pas la même chez tous les animaux ; dans sa thèse inaugurale, M. Chatin a conclu de ses expériences que, pour l'arsenic, « la promptitude de l'élimination est chez les divers animaux en raison inverse de la faculté de résister au poison. » L'auteur admet que l'élimination est terminée dès qu'on cesse de le trouver dans l'urine.

Pour rechercher l'arsenic dans l'urine, il est bon de soumettre ce liquide, comme essai préliminaire, à un courant prolongé de gaz sulfhydrique. S'il se produit un précipité, on le chauffe avec de l'acide azotique, qui le transforme en acide arsénique ; le soluté, évaporé à siccité, est soumis à l'appareil de Marsh. On peut

même, dans certains cas, essayer directement l'urine par ce dernier appareil.

Dans les expertises médico-légales, on a recours assez souvent à la carbonisation par l'acide sulfurique, que nous avons décrite. Quelques auteurs conseillent aussi le procédé de Reinch ; si l'on veut le mettre en pratique, on plonge dans le liquide encore chaud, une lame de cuivre, qui se couvre bientôt d'une couche gris d'acier (voyez la description du procédé) ; cette lame, lavée à l'eau distillée, est chauffée dans un tube de verre, pour en séparer l'arsenic ou l'acide arsénieux, comme nous le dirons en parlant de l'anneau arsenical.

Quel que soit d'ailleurs le procédé employé, il est essentiel d'obtenir un produit dépouillé autant que possible de matières organiques, dans le but de produire un anneau et des taches parfaitements purs.

On soumet donc, dans tous les cas, le composé arsenical, fourni par le traitement de l'urine, ou même ce liquide lui-même, à l'appareil de Marsh. Sans nous arrêter ici à faire la description de cet appareil, devenu classique, nous dirons seulement qu'après avoir essayé à blanc le gaz qui s'en dégage, on y introduit peu à peu le produit supposé arsenical. Le gaz hydrogène, arsénié qui peut se dégager dans ces circonstances se décompose en arrivant dans la partie chauffée du tube horizontal, en arsenic, qui se dépose au-delà sous forme d'anneau, et en hydrogène, qui se dégage par l'extrémité effilée du même tube. Si l'on veut obtenir des taches arrsenicales, quand l'anneau paraît assez marqué, on retire le charbon placé sous le tube horizontal et on enflamme l'hydrogène arsénié en déprimant la flamme de ce gaz, au moyen d'une soucoupe de porcelaine ; on voit celle-ci se recouvrir de taches noires d'arsenic métallique, provenant d'une combustion incomplète de l'hydrogène arsénié.

Si l'on opérait sur de petites quantités, ou bien si l'anneau et les taches étaient peu marqués, on pourrait recourir à la modification employée par Orfila, et qui consiste à se servir d'un tube

de dégagement de 5 à 6 centim. de long, au milieu duquel est placé de l'amiante, qu'on chauffe à l'aide d'une lampe à alcool. L'auteur pensait que le gaz étant ainsi divisé par l'amiante, la décomposition en était plus complète.

L'antimoine pouvant fournir un anneau et des taches assez semblables d'aspect à l'anneau et aux taches d'arsenic, il est essentiel de soumettre ces derniers produits à un examen attentif.

Examen de l'anneau et des taches. — 1° L'anneau arsenical est d'un gris d'acier bleuâtre, miroitant ; celui d'antimoine est gris noirâtre ;

2° L'anneau arsenical se déplace facilement par la chaleur, lorsque le tube qui le contient est fermé à l'une des extrémités. Ce déplacement est très-difficile pour l'antimoine ;

3° Si l'on chauffe l'anneau arsenical dans un tube ouvert par les deux bouts, en l'inclinant, de manière à y déterminer un courant d'air, il s'oxyde rapidement, en développant une odeur alliacée très-sensible. L'antimoine s'oxyde dans les mêmes conditions, en répandant des vapeurs blanches, inodores. L'acide arsénieux formé doit se déposer à une petite distance de la partie chauffée du tube, sous la forme d'un enduit blanc cristallin ; on doit pouvoir le volatiliser d'une partie du tube à l'autre, sans le faire passer par l'état de fusion ;

4° L'anneau et les taches d'arsenic se dissolvent immédiatement dans quelques gouttes d'acide nitrique ; la dissolution, évaporée au bain-marie, et reprise par l'eau, doit donner, avec le nitrate d'argent ammoniacal, un précipité rouge-brique d'arséniate d'argent, soluble dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque. Si l'on traite de la même manière un anneau ou des taches d'antimoine, l'acide nitrique laisse un résidu blanc, qui noircit au contact du nitrate d'argent ammoniacal, tandis que la liqueur ne donne pas de précipité par ce réactif ;

5° Si l'on évapore sur les taches quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque, l'arsenic et l'antimoine forment des sulfu-

res, qui apparaissent avec leur couleur propre, jaune pour l'arsenic, rouge orangé pour l'antimoine;

6° Une tache arsenicale, mise en contact avec une dissolution d'hypochlorite de soude, disparait instantanément; une tache d'antimoine reste inaltérée en présence de ce réactif; cette réaction est extrêmement caractéristique.

La réunion de tous ces caractères établit une différence bien tranchée entre les produits arsenicaux et antimoniaux.

Nous avons fait plusieurs essais sur l'urine de malades soumis à une médication arsenicale. Dans la plupart des cas, nous avons traité directement ce liquide par l'hydrogène sulfuré, ou l'avons soumis à un appareil de Marsh, sans opération préalable. En général, nous avons obtenu des résultats plus constants en suivant ce dernier proéédé. Nous avons constaté ainsi que l'urine d'un individu prenant 5 milligrammes à 1 centigramme d'acide arsénieux, manifestait quelquefois la présence de ce corps douze ou quinze heures après l'ingestion : que l'urine de malades qui avaient absorbé pendant un mois la même dose d'acide arsénieux, donnait souvent la réaction de cette substance six à huit jours après la cessation du traitement : mais nous n'avons pu constater l'arsenic au-delà de ce terme. Peut-être faut-il attribuer ce fait à la présence de la matière organique.

ANTIMOINE.

Bien que ce corps appartienne à la classe des métaux, nous suivrons cependant l'ordre consacré par l'usage, et l'étudierons à la suite de l'arsenic.

La recherche de l'antimoine dans l'urine a été effectuée par plusieurs praticiens habiles, parmi lesquels il nous suffira de citer Orfila. Ce dernier évaporait les urines à siccité, et carbonisait le résidu par l'acide azotique. (Voyez la description de ce procédé).

Un procédé plus simple consiste à traiter l'urine par un courant d'hydrogène sulfuré : s'il se produit un précipité, on le traite par

l'acide chlorhydrique, ou l'eau régale; se forme du chlorure d'antimoine, qu'on caractérise ensuite, ou qu'on soumet à l'appareil de Marsh.

Dans le cas où ce procédé ne donnerait qu'un résultat négatif, on pourrait recourir à la carbonisation par l'acide sulfurique conseillée par M. Galtier. Le charbon obtenu est soumis à l'ébullition dans de l'eau acidulée par l'acide tartrique ou chlorhydrique, et le produit filtré est soumis à l'appareil de Marsh.

On obtient ainsi un anneau et des taches. L'anneau antimonial est gris noirâtre, comme nous l'avons vu à propos de l'arsénic; chauffé, il est peu volatil, s'oxyde en place en une poudre blanche qui, dissoute dans l'acide chlorhydrique, précipite en jaune rougeâtre par l'hydrogène sulfuré. Ses réactions sont d'ailleurs les mêmes que celles des taches antimoniales.

Ces taches ont la même couleur que l'anneau. Traitées par l'acide nitrique, elles laissent un résidu blanc, qui noircit au contact du nitrate d'argent ammoniacal; la liqueur ne donne pas de précipité par ce réactif. Elles donnent avec le sulfhydrate d'ammoniaque un sulfure jaune orangé, qui disparaît sous l'influence de l'acide chlorhydrique. L'hyposulfite de soude ne les dissout pas.

Dans un empoisonnement par l'arsenic, où l'on aurait donné l'émétique comme vomitif, on pourrait obtenir un anneau et des taches formés d'arsenic et d'antimoine. Il est donc nécessaire de donner quelques indications précises, applicables à ce cas spécial. Les caractères physiques ne sauraient être pris en considération. Mais, si l'on chauffe la portion du tube correspondant à l'anneau, le tube étant fermé d'un côté, l'arsenic se vaporise et va former au-delà un anneau distinct. Si le tube est ouvert aux deux extrémités, et tenu obliquement, l'antimoine s'oxyde en place, tandis que l'arsenic se condense au-delà en cristaux d'acide arsénieux. On coupe le tube entre les deux oxydes produits; on les dissout dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique; la solution soumise à l'appareil de Marsh, donne des taches et un anneau arsenicaux ou antimoniaux purs. Quant aux taches, on pourrait séparer les

deux corps, sous forme d'oxyde, en les chauffant et dirigeant la vapeur arsenicale dans un tube de verre effilé.

L'élimination par les reins des composés antimoniaux, et en particulier de l'émétique, est souvent assez rapide; Orfila a retiré l'antimoine des urines d'un individu qui prenait l'émétique à haute dose, vingt-quatre heures après l'ingestion de cette substance; dans certains cas, au contraire, cette élimination est plus lente; c'est ainsi que le même observateur n'a pu l'obtenir des urines d'un malade qui, trois jours avant, avait pris une forte dose d'émétique. D'ailleurs, Millon a montré que l'élimination de l'antimoine par les urines est intermittente; il est acquis, d'autre part, que l'émétique n'est éliminé de l'organisme qu'au bout d'un certain temps.

Nous avons soumis à de nombreux essais l'urine de malades qui prenaient de l'émétique ou du kermès; les résultats que nous avons obtenus concordent avec les faits précédents. L'urine d'un individu qui prenait 10 centigr. d'émétique par jour, ne nous a fourni, par l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, aucune trace d'antimoine, après le premier jour; le second jour, l'urine nous a donné, au bout de plusieurs heures, un précipité assez abondant de sulfure d'antimoine, que nous avons caractérisé; le troisième jour, et les jours suivants, nous avons constaté encore la présence de l'antimoine, mais non pas toujours avec la même netteté. Enfin, le traitement étant suspendu au bout de 8 jours, l'urine ne donnait pas traces d'antimoine, trois jours après.

Pour le kermès, nous n'avons pu obtenir des résultats bien nets. Cette substance nous a semblé plus difficile à déceler dans l'urine.

ACIDES MINÉRAUX.

Les acides concentrés énergiques sont absorbés pour une certaine partie; les expériences plusieurs fois tentées à cet égard par Orfila, établissent que les acides chorhydrique et sulfurique,

administrés à l'état de grande concentration, peuvent être retrouvés dans l'urine.

Pour les acides étendus d'une certaine quantité d'eau, leur absorption ne saurait être contestée; ainsi, on a vu l'urine d'individus empoisonnés par le bleu de composition, offrir une couleur bleue (Orfila.)

Les acides beaucoup plus étendus, acides azôtique, sulfurique, chlorhydrique, mêlés à six ou sept fois leur poids d'eau, sont absorbés, ainsi que le prouvent les expériences d'Orfila, et l'on peut facilement en démontrer la présence dans l'urine.

Acide sulfurique. — Orfila a constaté que les urines des chiens empoisonnés par l'acide sulfurique donnait un précipité plus abondant par l'eau de baryte ou le chlorure de baryum, que les urines normales. Voici, comme exemple, une des expériences qu'il a instituées :

Chien empoisonné par 3 grammes d'acide sulfurique concentré, dissous dans 260 grammes d'eau : mort au bout de sept heures et demie. Urine : 6 grammes de ce liquide sont filtrés, précipités par le chlorure de baryum; le dépôt, traité par l'acide azotique concentré, s'est en partie dissous; la partie insoluble, lavée et séchée à 100 degrés, pesait seize centigrammes.

Il peut être utile, quand, d'après l'auteur, les recherches tentées sur le canal digestif sont restées infructueuses, d'examiner la proportion de sulfate de baryte fournie par l'urine, comparativement à la quantité qu'en donnerait l'urine d'individus normaux, parce que la différence pourrait avoir quelque valeur. Mais, il faut bien dire qu'avec un liquide aussi complexe que l'urine, on ne saurait tirer de cette différence qu'une simple présomption.

Si la quantité d'urine recueillie le permettait, il semble qu'on pourrait la soumettre au procédé suivant :

Après l'avoir suffisamment concentrée et réduite à un petit volume. on y ajouterait, après refroidissement, quatre fois son volume d'alcool absolu. La liqueur alcoolique, filtrée ,on y ajouterait

son volume d'eau, on chasserait l'alcool par évaporation, et on partagerait en deux portions la liqueur. L'une serait traitée par l'azotate de baryte, etc., l'autre par le cuivre, qui produirait du gaz sulfureux, etc.

Acide azotique. — Pour rechercher l'acide azotique dans l'urine, Orfila chauffe l'urine dans une cornue avec de l'acide sulfurique pur, concentré, comme le montre l'expérience suivante :

Un chien est empoisonné par 8 grammes d'acide azotique étendu; il meurt six heures après: l'urine, très-acide, est traitée comme nous venons de le dire, et donne à la distillation de l'acide azotique ; en effet, le liquide obtenu est limpide, acide; saturé par la potasse et évaporé à siccité, il laisse un sel colorant en rouge le sulfate de narcotine, en brun le sulfate de protoxyde de fer ; ce sel fuse sur les charbons ardents; mêlé avec de la limaille de cuivre et de l'acide sulfurique concentré, il dégage des vapeurs rouges.

Ce procédé est d'une exécution facile; il pourrait fournir, dans certains cas, une indication utile.

Acide chlorhydrique. — Orfila, en précipitant directement par le nitrate d'argent l'urine des chiens empoisonnés par l'acide chlorhydrique, a observé que le précipité de chlorure d'argent formé dans une telle urine est six fois environ plus considérable que celui donné par l'urine normale. Mais ce caractère ne peut servir qu'à établir des probabilités.

Quand la quantité d'acide ingérée est un peu considérable, on peut espérer l'isoler en soumettant l'urine au procédé de la distillation. A cet effet, on recueille l'urine dans un ballon muni d'un large tube recourbé, qui se trouve adapté à un réfrigérant de Liébig, et on distille au bain d'huile jusqu'à siccité, en ayant soin de ne pas élever la température du bain d'huile au-delà de 150 degrés.

L'acide doit passer en grande partie avec les dernières portions d'eau. On constate la réaction du liquide qui a passé en dernier lieu, puis, on le précipite par l'azotate d'argent. Le précipité de

chlorure d'argent, qui peut prendre naissance dans ces circonstances, est lavé, séché, puis fondu dans une capsule de porcelaine préalablement tarée, après quoi on le pèse. Du poids obtenu on déduit celui de l'acide chlorhydrique, sachant qu'à 100 grammes de chlorure d'argent correspondent, 25 grammes, 4 d'acide chlorhydrique, sec.

Il peut arriver que ce procédé ne donne aucun résultat ; s'il en était ainsi, on aurait tort de chercher à le modifier en ajoutant à l'urine de l'acide sulfurique, comme on l'a fait quelquefois; on comprend aisément, en effet, que la production d'acide chlorhydrique dans ces conditions n'aurait aucune signification, puisqu'il serait impossible de dire si elle est due à l'acide absorbé, ou à la décomposition des chlorures contenus naturellement dans l'urine.

MÉTAUX.

L'élimination des composés métalliques par les urines a été mise hors de doute par de nombreux et habiles expérimentateurs. En 1825, Wœhler a fait à ce sujet une étude remarquable. A différentes époques, des expériences tentées dans ce sens ont donné les résultats les plus concluants, et ont même modifié certaines opinions précédemment reçues; c'est ainsi que Kramer, Tiedemann et Gmelin ont montré que, contrairement à ce qu'avait dit Wœhler, le fer est éliminé par les urines.

PLOMB.

Lorsqu'on cherche ce métal dans l'urine, on doit, en général, traiter d'abord ce liquide par un courant prolongé d'hydrogène sulfuré. C'est un moyen facile et rapide, qui peut, dans bien des cas, rendre inutiles des procédés plus compliqués. Si le réactif donne naissance à un précipité, on le recueille, on le lave et on le soumet à l'action de l'acide nitrique, qui transforme le sulfure de plomb en nitrate; celui-ci est facile à caractériser.

Mais ce mode de recherche peut fournir des résultats insuffisants ; si ce cas se présentait, on ferait bien de recourir à la méthode du docteur L. Orfila, qui est l'une des plus rapides et des plus exactes. Elle consiste à évaporer les urines à siccité et à carboniser le résidu par l'acide azotique; on fait bouillir le charbon obtenu dans l'eau acidulée par l'acide azotique ; on filtre, on évapore pour chasser l'excès d'acide, puis on soumet le liquide à l'action du gaz sulfhydrique ; le sulfure obtenu est transformé en nitrate; on constate que celui-ci précipite en noir par l'hydrogène sulfuré, en jaune par l'iodure de potassium ; l'acide sulfurique le transforme en sulfate, soluble dans l'acétate d'ammoniaque.

Le docteur L. Orfila préfère ce procédé à la carbonisation par l'acide sulfurique.

Le plomb a été trouvé par Orfila dans l'urine des chiens auxquels il donnait 0,50 centigrammes d'acétate de plomb par jour ; il a fallu trois jours pour que ce métal se manifestât dans l'urine. Dans un cas particulier, il a constaté le plomb dans l'urine d'une personne empoisonnée par 30 grammes d'acétate de plomb, vingt-cinq heures après l'ingestion du poison.

Le docteur L. Orfila a trouvé le plomb dans l'urine des chiens, même lorsque ces animaux avaient cessé de prendre de l'acétate depuis plusieurs jours,

Le plomb a encore été décelé dans l'urine d'individus atteints de la colique des peintres; MM. Chatin et Martin-Solon l'ont constaté dans ces conditions; M. Chevallier qui, à plusieurs reprises l'avait cherché en vain dans de telles urines, a pu l'y découvrir lui même par des recherches ultérieures.

Nous avons tenté plusieurs essais sur l'urine de malades qui prenaient 0,05 centigrammes d'acétate de plomb par jour; le plus souvent, nous n'avons pu y caractériser le plomb que le quatrième, et même le cinquième jour; dans deux ou trois cas seulement, la présence de ce métal est devenue manifeste le deuxième jour qui suivait l'ingestion.

Nous avons eu aussi l'occasion d'examiner l'urine d'un peintre

en bâtiment, qui avait cessé ses travaux depuis plus d'une année; cette urine ne nous a pas donné trace de composé plombique.

Il faut ajouter que l'albuminurie accompagne souvent l'intoxication par le plomb.

CUIVRE.

Les urines ne contiennent très-souvent que des traces de ce métal; d'après Flandin et Danger, il serait surtout éliminé par la salive, le tube intestinal; toutefois, il paraît s'accumuler en quantité relativement considérable dans les reins et dans le foie.

Le docteur L. Orfila a montré, par des expériences faites sur les chiens, que l'urine de ces animaux, auxquels il avait administré 15 milligrammes de sulfate de cuivre par jour, n'a fourni de cuivre que dans les vingt-quatre heures qui en ont suivi l'administration.

La recherche du cuivre dans l'urine peut être effectuée directement, au moyen du gaz sulfhydrique; si l'on obtient un précipité dans ces circonstances, on le soumet à l'action de l'acide nitrique bouillant, pour transformer en nitrate le sulfure formé; le sel qui résulte de cette action est essayé ensuite par des réactifs ordinaires, ferrocyanure de potassium, ammoniaque, etc.

Si, au contraire, le gaz sulfhydrique ne donne aucun précipité dans l'urine primitive, il faut la soumettre à un autre mode d'essai: on doit se souvenir, d'ailleurs, que Mitscherlich a montré que, dans certains mélanges de préparations cuivreuses et de matières animales, les réactifs offrent des résultats tout à fait différents de ceux qu'ils donnent ordinairement, non-seulement sous le rapport de la couleur, mais encore sous celui de la formation des précipités.

Nous allons décrire le procédé suivi par le docteur L. Orfila, et auquel cet auteur donne la préférence sur plusieurs autres. On carbonise l'urine par l'acide azotique; on fait bouillir le charbon

obtenu dans l'eau acidulée par le même acide ; on filtre et on évapore pour chasser l'excès d'acide ; puis on soumet le liquide à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, et on le laisse en repos, jusqu'à ce que le sulfure soit déposé, ce qui est quelquefois fort long ; le sulfure est lavé, transformé en sulfate par l'acide azotique ; on chasse l'excès d'acide, et on reprend par l'eau, pour constater les réactions ordinaires.

En cas d'insuccès par l'hydrogène sulfuré, cette méthode devra donc être suivie, puisqu'elle a pour elle l'opinion d'un expérimentateur distingué.

MERCURE.

Comme essai préliminaire, il est bon, lorsqu'on cherche le mercure dans l'urine, de soumettre ce liquide à une légère concentration, puis, après l'avoir filtré et acidulé, de l'essayer par des fils de cuivre, comme nous l'indiquerons plus loin. L'emploi du gaz sulfhydrique peut aussi fournir de très-bons résultats ; si ce réactif donnait un précipité, on le soumettrait aux épreuves ordinaires.

Mais il peut arriver que certaines urines, chargées de matières organiques, ne donnent par ces deux procédés que des résultats fort incertains, quelquefois même négatifs. En pareille circonstance, deux méthodes sont applicables : 1° la carbonisation par l'acide sulfurique ; 2° le procédé par le chlore. Ce dernier procédé nous semble d'une exécution plus facile. Quelle que soit la méthode adoptée, la liqueur étant suffisamment concentrée et légèrement acidulée, on y laisse immerger pendant quelques heures, des fils de cuivre bien décapés Si la liqueur contient un composé mercuriel, les fils se couvrent peu à peu d'une couche grisâtre ; on les lave à l'eau distillée ; on les dessèche dans un tube de verre, à une légère chaleur ; on effile enfin le tube, et l'on chauffe pour dégager le mercure, qui se condense en petits globules mobiles, miroitants ; ceux-ci, chauffés à leur tour, dégagent

des vapeurs mercurielles, qui donnent au contact de l'iode du bi-iodure de mercure.

Les fils de cuivre pourraient être remplacés par la pile de Smithson, composée de deux lames d'or et d'étain, appliquées l'une contre l'autre et contournées en spirale, de manière que la lame d'or soit placée au dehors; la lame d'or, formant le pôle électro-négatif, blanchit sous l'influence du mercure ; on sépare celui-ci en chauffant la petite pile dans un tube de verre, comme nous l'avons indiqué plus haut, en parlant des fils de cuivre. Cet appareil n'offre pas plus d'avantages que ces derniers; d'ailleurs, dans une liqueur acide et contenant des chlorures, la lame d'or peut blanchir, en l'absence de mercure ; l'étain est alors dissous et se dépose sur l'or. Cette circonstance peut compliquer les recherches.

Enfin, le procédé de Reinch peut fournir des résultats utiles. Ce procédé se recommande d'ailleurs par sa simplicité, et plus encore par ce fait que les matières n'étant pas dénaturées, on a la faculté d'agir ultérieurement sur elles par tout autre procédé.

Par le procédé du chlore, M. Andouard a retiré le mercure des urines des personnes soumises à l'usage du sublimé; le Docteur L. Orfila l'a décelé, dans des circonstances semblables, en employant les deux procédés par le chlore et l'acide sulfurique que nous avons mentionnés.

Le sublimé, administré à la dose de 0,01 à 0,50 centigrammes, se trouve dans les urines, cinq à six jours après l'ingestion. Orfila croit que le mercure est éliminé au bout d'un mois, et considère le rein comme le principal organe d'élimination de ce corps.

On sait d'ailleurs que l'albuminurie s'observe fréquemment dans l'intoxication mercurielle; ce symptôme peut être pris en considération.

Enfin, on ne doit pas négliger, dans les recherches applicables au mercure, l'examen des sédiments que peut donner l'urine; on chercherait le composé mercuriel dans ce dépôt, dans lequel il se trouve d'ordinaire à l'état de sel insoluble. On traiterait, à

cet effet, le dépôt par l'eau régale bouillante, et on soumettrait la solution à l'action du chlore gazeux. Le produit obtenu serait enfin soumis aux fils de cuivre.

Nous allons passer rapidement en revue quelques métaux, qui ont peu d'importance au point de vue toxicologique.

FER.

Divers expérimentateurs ont eu l'occasion de constater plusieurs homicides par le sulfate et le perchlorure de fer. Les différents procédés de carbonisation, et en particulier ceux qui reposent sur l'emploi des acides sulfurique et azotique, peuvent être mis en usage pour la recherche de ce métal. Orfila évapore les urines à siccité, carbonise le résidu par l'acide azotique. Le charbon, traité par l'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique, donne un liquide qui offre les réactions des persels de fer. Par ce procédé, Orfila a découvert le fer dans les urines des chiens empoisonnés par le sulfate de fer.

ZINC.

Parmi les sels de zinc qu'on peut être appelé à rechercher dans les cas d'empoisonnement, le sulfate est le plus commun. Ce sel a d'ailleurs été confondu plusieurs fois avec le sulfate de magnésie, et cette méprise a donné lieu à des accidents.

Le sulfate de zinc est absorbé. Si l'on devait le rechercher dans l'urine, on pourrait recourir au procédé d'Orfila. Cet auteur employait la même méthode que pour le fer ; il faisait ensuite bouillir le charbon, pendant vingt minutes, dans l'acide chlorhydrique, filtrait, saturait les liqueurs par la potasse, et faisait passer à travers un courant de gaz sulfhydrique. Il recueillait le dépôt formé, le traitait par un acide, et dans le liquide obtenu constatait les réactions du zinc.

Ce procédé semble plus sûr que celui qui consiste à agir directement sur l'urine.

ARGENT.

Le nitrate d'argent étant susceptible, en raison de la fréquence de son emploi, d'occasionner des accidents, nous dirons quelques mots de la recherche de l'argent dans l'urine.

Parmi les procédés applicables à cette recherche, nous citerons celui de Devergie modifié. Il consiste à ajouter du chlorure de sodium au liquide non filtré; le chlorure d'argent formé est recueilli, lavé, et réduit ensuite par l'hydrogène naissant. On le suspend, à cet effet, dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, en présence d'une lame de zinc, ou mieux encore,on le dépose dans un tube de verre, fortement chauffé, et l'on fait passer à travers un courant d'hydrogène; le chlorure laisse une couche d'argent, que l'on transforme de nouveau en chlorure, ou que l'on peut traiter par les agents ordinaires.

Avant de recourir à cette méthode, on pourrait d'ailleurs essayer sur l'urine l'action directe du gaz sulfhydrique : cet essai préliminaire se recommande par sa simplicité.

Orfila a démontré la présence de l'argent dans les urines. Un autre observateur, Landerel, a retiré du chlorure d'argent de son dépôt urinaire, au moyen de l'ammoniaque. Le Dr Louis Orfila et Kramer n'en ont pas trouvé, quand ils donnaient aux chiens du nitrate ; lorsque, au contraire, ils leur administraient du chlorure, ils constataient l'argent dans l'urine de ces animaux.

D'ailleurs, s'il s'était formé un dépôt dans l'urine, il faudrait le séparer et l'analyser.

POISONS ORGANIQUES.

Les poisons organiques, en raison de leur nature complexe et de l'instabilité que peuvent présenter les divers éléments qui les constituent, sont presque toujours plus difficiles à caractériser que les poisons inorganiques. Les procédés mis en œuvre pour les isoler ne sauraient être aussi variés que les moyens de recherche

appliqués à des corps très-stables, sur lesquels on peut faire agir, sans inconvénient, la chaleur, les acides, les agents de toute sorte. Aussi la recherche des composés organiques offre-t-elle souvent de sérieuses difficultés, et demande-t-elle toujours les plus grands soins.

ACIDES ORGANIQUES.

Acide oxalique. — Les individus qui ingèrent des quantités appréciables d'acide oxalique rendent assez souvent, au bout de quelques heures, des urines qui contiennent de l'oxalate de chaux cristallisé. Du reste, on sait que divers observateurs, et notamment M. Donné, ont vu souvent une multitude de cristaux d'oxalate de chaux se former dans l'urine de personnes qui avaient mangé de l'oseille.

Lorsqu'on soupçonnera un empoisonnement à l'aide de l'acide oxalique, on devra, d'après M. Tardieu, soumettre l'urine à l'examen microscopique. A cet effet, on laisse l'urine déposer pendant quelques heures, puis on puise quelques gouttes de la portion la plus inférieure du liquide et on les dépose sur une lame de verre, que l'on recouvre d'une autre lamelle mince. Au microscope, l'oxalate de chaux des urines présente la forme d'un petit octaèdre très-régulier, très-transparent, qui offre l'aspect d'une enveloppe de lettre vue par sa face postérieure.

Citons quelques expériences d'Orfila, qui sont de nature à diriger les recherches dans un empoisonnement de ce genre.

Cet observateur, ayant administré à un chien 12 grammes d'acide oxalique, l'animal mourut trois heures après. Son urine, soumise à l'examen, était jaune-citron, surnageait un précipité blanc qui, lavé et traité à l'ébullition par de l'eau distillée, additionnée de 2 grammes de solution de bi-carbonate de potasse, a fourni une liqueur qui, après filtration, a été saturée par l'acide azotique ; le produit de cette saturation a été précipité par le chlorure de calcium. Le précipité, qui pouvait contenir du phosphate et de l'oxalate de chaux, a été lavé, puis mis en contact

avec de l'acide acétique concentré, dans le but de dissoudre le phosphate de chaux, s'il en renfermait. Le lendemain, il s'était déposé 1 centigramme environ d'un précipité blanc, qui a été lavé, desséché et calciné. Pendant l'action de la chaleur rouge, ce précipité s'est *charbonné d'abord*, puis a blanchi ; en versant quelques gouttes d'eau distillée sur le résidu blanc, Orfila a obtenu une liqueur *alcaline*, qui bleuissait le tournesol, et qui se comportait avec les acides carbonique et oxalique comme l'eau de chaux.

Orfila a ensuite examiné l'urine qu'il avait séparée du précipité. Ce liquide était jaune, transparent et acide ; il l'a précipité par le chlorure de calcium, puis il a traité le dépôt formé par l'acide acétique concentré, qui l'a dissous en partie. La portion non dissoute, bien lavée, calcinée, a laissé de la chaux vive.

Dans une autre expérience, le même observateur ayant recueilli le précipité blanc qui s'était formé dans l'urine d'un chien empoisonné par 7 gr. d'acide oxalique, a reconnu que ce dépôt, calciné dans une cuiller de platine, laissait de la chaux vive parfaitement caractérisée.

ACIDE PHÉNIQUE.

L'acide phénique a produit quelquefois des accidents toxiques. Il passe assez rapidement dans l'urine ; nous dirons quelques mots des moyens de l'y chercher.

On introduit l'urine, préalablement acidulée par un faible excès d'acide tartrique, dans un appareil distillatoire quelconque (cornue, etc.), et on entretient, pendant quelque temps, une ébullition assez rapide, quoique non tumultueuse ; on recueille à la distillation environ le tiers du volume total ; il est important, d'ailleurs, d'éviter les projections, afin d'obtenir un produit limpide et incolore.

Le produit distillé, qui offre souvent une odeur goudronneuse, est soumis à un mode de recherche imaginé par M. le professeur

Tardieu, et que cet auteur donne comme très-sensible. Voici le procédé : Le produit distillé est introduit dans une éprouvette étroite avec son volume d'éther sulfurique bien rectifié, et le mélange est agité vivement durant quelques minutes, puis abandonné au repos. La couche supérieure d'éther est décantée et mise à évaporer dans une capsule de porcelaine au-dessus, d'un bain-marie chauffé à 40°. Lorsque la majeure partie de l'éther est évaporée, on voit se former, dans les quelques gouttes du liquide qui restent, des stries huileuses, pesantes, accompagnées d'une opalescence notable, et l'on perçoit alors très-nettement l'odeur spéciale de l'acide phénique. Lorsque tout l'éther a disparu, on laisse tomber dans la capsule quelques gouttes d'acide azotique ordinaire. Presque immédiatement, il se produit une vive réaction, accompagnée de vapeurs nitreuses, et il se forme une coloration très foncée rouge-acajou. En ajoutant de nouveau quelques gouttes d'acide azotique, et portant la capsule durant quelque temps à + 100°, la liqueur devient très-fortement jaune et laisse, par le refroidissement, déposer des lamelles cristallines d'acide picrique. Cet acide qui, dans les conditions de l'expérience ci-dessus, ne saurait être produit que par l'acide phénique, se caractérise par les réactions suivantes : On chasse tout l'excédant d'acide azotique, en exposant la capsule à un bain-marie d'eau bouillante, puis on dissout le résidu cristallin jaune dans une solution au vingtième de soude caustique. Cette liqueur, divisée en 3 parties, sert à effectuer les trois réactions suivantes : 1° la solution sodique, mélangée avec une solution saturée à froid de chlorure de potassium, donne presque immédiatement un précipité grenu, cristallin, jaunâtre de picrate de potasse peu soluble; 2° la solution sodique, mélangée d'une solution de cyanure de potassium, change immédiatement de couleur, plus rapidement encore si l'on chauffe. La liqueur, de jaune qu'elle était, devient rouge pourpre; 3° si l'on étend la solution sodique de plusieurs volumes d'eau distillée, qu'on sursature la liqueur par un petit excès d'acide sulfurique, et qu'on laisse tremper dans cette solution quel-

ques fragments de laine ou de soie blanche, on remarque, au bout de quelques heures, si l'on opère à froid, et au bout de quelques minutes, si l'on opère vers 100°, que ces fragments ont pris une teinte jaune très-marquée, que les lavages à l'eau simple ne font pas disparaître.

L'acide phénique, comme nous l'avons dit, passe en peu de temps dans l'urine; sa présence y a été décelée par divers expérimentateurs, et notamment, en 1871, par M. Patrouillard, pharmacien en chef de l'hôpital Saint-Antoine. Nous avons voulu nous assurer si l'urine des malades soumis aux pansements phéniqués, pansements qui, a t-on dit, présentent certains dangers, manifestait la présence de l'acide phénique. L'urine de ces malades, traitée par le procédé de la distillation que nous avons indiqué, ne nous a fourni que des résultats négatifs ; une seule fois, nous avons cru trouver au produit distillé une faible odeur phéniquée; mais ce produit ne nous a donné aucune des réactions caractéristiques du phénol.

ACIDE CYANHYDRIQUE.

La recherche de l'acide cyanhydrique dans l'urine semble peu susceptible de fournir des résultats utiles, en raison même de la grande volatilité de ce corps. D'ailleurs, le procédé par voie directe ou par précipitation (par le nitrate d'argent, par exemple), ne peut être appliqué à un liquide chargé de sels, tel que l'urine. Le procédé, dit de la distillation, est celui qui peut donner les indications les plus sûres. Voici en quoi il consiste :

L'appareil se compose d'une cornue qui est mise en communication par un tube vertical avec un long tube étroit rempli aux 2 tiers d'une solution faible d'azotate d'argent. On introduit l'urine dans la cornue, et on distille au bain-marie, à une température de 70 à 80°, jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de gaz, ou que la solution d'azotate d'argent ne soit plus troublée. Il y a formation de cyanure d'argent, qu'on lave avec de l'eau aiguisée d'acide

azotique, pour décomposer le carbonate d'argent qui a pu se former; on traite ensuite ce cyanure d'argent par les méthodes ordinaires. On peut par exemple, le décomposer par la chaleur et en dégager du cyanogène qui, enflammé, brûlera avec une flamme bordée de pourpre.

Par le procédé de la distillation, Henry a pu déceler 1/40,000 d'acide cyanhydrique dans l'urine.

AGENTS ANESTHÉSIQUES. — CHLOROFORME.

Le chloroforme, grâce à sa résistance à toute décomposition dans l'intérieur de l'économie, peut être décelé dans l'urine. L'analyse de ce liquide peut d'ailleurs fournir des signes indirects sur sa présence. Il résulte, en effet, de recherches entreprises par M. Hepp, sur lès indications de M. Sédillot, que l'urine de quelques malades, récemment chloroformés, renferme de l'albumine ou du sucre, alors qu'elle n'en contenait pas avant cette opération.

Le procédé employé pour la recherche du chloroforme dans le sang et les matières suspectes, est applicable à l'urine. Ce liquide étant chauffé, donnera donc des vapeurs qui seront dirigées dans un tube de porcelaine chauffé au rouge; si ces vapeurs contiennent du chloroforme, celui-ci sera décomposé et fournira, comme produits principaux, du chlore et de l'acide chlorhydrique, qui, reçus dans une solution de nitrate d'argent, formeront un précipité de chlorure d'argent, que l'on soumettra aux épreuves ordinaires. On sait que ce précipité de chlorure d'argent est insoluble dans l'acide azotique froid et même bouillant. Ce dernier caractère ne doit pas être négligé, d'après M. Tardieu, attendu que des émanations animales pourraient, à la rigueur, en traversant le tube de porcelaine chauffé au rouge, produire un peu de cyanogène, qui formerait, avec le sel d'argent, un dépôt de cyanure d'argent; or, ce cyanure d'argent est très-soluble dans l'acide azotique bouillant. Mais, comme le reconnaît M. le Professeur Tar-

dieu, cette formation de cyanure d'argent est plutôt théorique que réelle, et même impossible dans ces circonstances, la grande masse d'air qui traverse le tube de porcelaine devant inévitablement brûler le corps, s'il venait à prendre naissance.

Nous emprunterons au même auteur les réflexions suivantes, qui mettent bien en lumière la valeur que l'on doit attribuer à la formation du chlorure d'argent : « Le trouble produit dans la solution d'azotate d'argent n'ayant pris naissance qu'après que le tube de porcelaine a été porté au rouge (l'acide chlorhydrique et le chlore libres l'auraient troublée avant), il est certain qu'un produit chloré, sans action propre sur le nitrate d'argent, s'est décomposé à la température rouge en chlore ou acide chlorhydrique qui a pu réagir alors sur la solution argentique. Or, parmi les corps volatils d'une certaine notoriété en médecine et en thérapeutique, le chloroforme est le seul qui produise cet effet. »

ALCALOIDES.

La recherche des alcaloïdes dans l'urine n'est pas exempte de difficultés; la constitution complexe du liquide urinaire, la nécessité où l'on est souvent d'opérer sur un volume de liquide relativement considérable, sont autant de causes qui rendent plus difficile encore une investigation déjà si délicate par elle-même. Néanmoins, elle a été tentée avec succès par d'habiles praticiens, et les résultats qu'elle a donnés sont de nature à encourager les efforts qu'on doit faire dans ce sens. Il nous suffira de rappeler que Flandin, Orfila, ont pu constater la morphine dans l'urine; qu'un autre chimiste, Allan, y a trouvé la daturine; que Runge, enfin, a montré que l'urine d'un lapin, nourri pendant quelques jours de feuilles de belladone, de jusquiame et de stramonium à l'état frais, dilatait la pupille des autres animaux. L'élimination des alcaloïdes par la voie des reins, se trouve suffisamment établie par ces faits. Ne sait-on pas, d'ailleurs, que la présence de la quinine

est journellement constatée dans l'urine des individus qui ingèrent du sulfate de quinine. Nous n'avons pas besoin d'insister davantage sur ces faits d'expérience; nous nous bornerons à rappeler les nombreux avantages que peut tirer la toxicologie d'un mode de recherche qui, sans toucher aux organes ou aux autres liquides de l'économie, est de nature à fournir au chimiste des indications, sinon toujours certaines, du moins souvent capables de diriger ses investigations.

Procédés généraux de recherche. — Procédé Flandin. — On mêle le liquide suspect à 12 p. 0[0 de son poids de chaux anhydre; on dessèche le mélange à 100°, dans le but de coaguler les matières protéiques, de décomposer les matières colorantes; on l'épuise à trois reprises, après pulvérisation, par l'alcool absolu et bouillant; on filtre après refroidissement. On fait évaporer lentement les liqueurs; on traite ce résidu par l'éther, qui dissout la matière grasse, et laisse l'alcaloïde, s'il n'est pas soluble dans ce liquide, tels que la morphine, la brucine, la strychnine, qu'on sépare par décantation et filtration. Si l'alcaloïde est soluble dans l'éther, on reprend soit le résidu alcoolique, soit le résidu éthéré par un dissolvant spécial des bases organiques, l'acide acétique, par exemple, et l'on précipite la base de l'acétate par un peu d'ammoniaque. L'alcaloïde,dissous dans l'alcool pur et bouillant, cristallise ou se dépose par l'évaporation spontanée de ce liquide.

Par ce procédé, Flandin a retiré la morphine des urines d'un singe, auquel il avait donné, dans l'espace d'un mois, 60 grammes d'acétate.

Procédé Christison. — Ce procédé, qui a été employé par Orfila dans ses expériences sur les animaux, s'applique à la recherche de la morphine et de l'acide méconique, dans les cas d'empoisonnement par les préparations opiacées. Il consiste à épuiser les urines, préalablement évaporées, par l'acide acétique, puis à précipiter la liqueur obtenue par le sous-acétate de plomb; on filtre et on soumet la partie liquide et le dépôt à l'action de l'hydrogène sulfuré, pour précipiter l'excès de plomb. On cherche

ensuite la morphine dans la liqueur, et l'acide méconique dans le dépôt, comme nous le verrons plus loin.

Procédé Laroque et Thibierge. — Ce procédé comprend les opérations suivantes : Evaporer les urines à une douce température, traiter ce résidu, à plusieurs reprises, par de l'alcool à 85° bouillant; filtrer, évaporer de nouveau à siccité; reprendre le résidu par l'eau aiguisée d'acide acétique; filtrer, évaporer en consistance sirupeuse; essayer enfin sur le produit les réactions de la morphine, de la strychnine et de la brucine, car ce procédé est applicable à la recherche de ces trois alcaloïdes.

Procédé Morin. — C'est au moyen de ce procédé, qui est celui de Dublanc et Henry, qu'Allan a retiré la daturine de l'urine d'une homme empoisonnée par le datura. Il s'applique aussi à la recherche de la morphine et autres alcaloïdes. Voici en quoi il consiste : on épuise le liquide par l'eau aiguisée d'acide acétique, on évapore à siccité et on traite le résidu par l'alcool bouillant à 36°; la liqueur alcoolique filtrée est traitée par le tannin, ou le macéré aqueux de noix de galle. Le tannate d'alcaloïde reste en dissolution, et les matières organiques se déposent; on filtre, on étend la liqueur d'un peu d'eau, et on la traite par un soluté de gélatine qui forme, avec le tannin, un tannate insoluble. L'alcaloïde, resté en dissolution, s'obtient par évaporation.

Procédé Rabourdin. — Ce procédé qui, d'après certains auteurs, pourrait s'appliquer à la recherche des alcaloïdes dans les matières suspectes, a été proposé par M. Rabourdin pour l'extraction des alcalis végétaux. Voici sa description : on traite par le chloroforme le suc des plantes additionné de potasse caustique. Le chloroforme, séparé du liquide surnageant, est lavé à l'eau distillée, jusqu'à ce qu'il soit limpide, puis distillé au bain-marie. Le résidu est repris par l'eau acidulée par l'acide sulfurique, qui dissout l'atropine; on filtre, on ajoute un léger excès de carbonate de potasse; on traite le précipité par l'alcool; le soluté donne l'alcaloïde par évaporation.

Nous avons cherché à appliquer ce procédé à l'urine de mala-

des qui prenaient 2 milligrammes de sulfate de strychnine par jour; nous n'en avons obtenu aucun résultat. Les circonstances ne nous ont pas permis de faire le même essai pour l'atropine.

Dialyse. — Ce procédé fournirait peut-être, dans certains cas, un moyen facile d'enlever la substance toxique ou liquide urinaire ; d'ailleurs, en employant ce procédé, on a l'avantage de ne pas altérer le liquide en expérience, de n'y introduire aucune matière étrangère, et, en cas d'insuccès, de pouvoir le traiter par les méthodes ordinaires. Ce sont là des conditions dignes d'intérêt.

Procédé de Stass. — Ce procédé, devenu classique, autant par l'exactitude que par la constance de ses résultats, peut-il être appliqué avec fruit à la recherche des alcaloïdes dans l'urine ? Nous n'oserions assurément formuler ici une réponse à cette question. Toutefois, si l'on considère qu'à l'aide de son procédé, Stass est parvenu à retirer de la nicotine du sang d'un chien empoisonné par 2 centigr. de cet alcali; qu'il a extrait le même alcaloïde des liquides de l'estomac, du foie, des poumons de la victime, dans un empoisonnement célèbre; qu'il a retiré la morphine d'un cadavre inhumé depuis 13 mois; si l'on considère, disons-nous, tous ces faits, on peut être tenté d'admettre que le même procédé donnerait des résultats identiques avec les liquides sécrétés par les reins, liquides qui, quoique très-complexes, ne sauraient l'être davantage qu'un produit organique tel qne le sang.

Sans vouloir faire ici la description complète du procédé de Stass, description qui se trouve aujourd'hui dans tous les auteurs, nous rappellerons seulement sur quels principes il repose. Les alcaloïdes ont la propriété de former avec les acides des sels solubles dans l'eau et dans l'alcool, décomposables par les alcalis et même par les carbonates et les bicarbonates alcalins. L'alcaloïde, mis en liberté au sein d'une liqueur aqueuse, est enlevé à celle ci par un grand excès d'éther ; en effet, bien que certains alcaloïdes soient peu solubles dans l'éther, ils se dissolvent encore plus facilement dans ce véhicule que dans l'eau elle-même. Tels sont les principes qui servent de base à ce procédé.

Ajoutons que les chimistes ayant rejeté l'éther de M. Stass pour l'extraction de la morphine, M. Valser a prouvé que l'éther acétique est un bon dissolvant de cette base. Mais il est indispensable qu'il soit purifié par un contact de quelques heures avec du chlorure de calcium en poudre et de la chaux éteinte, puis, par une distillation au bain-marie; on ne recueille que le produit qui passe entre 74 et 80°. (M. le Professeur Bouis, *Chim. lég.*).

Donnons maintenant quelques exemples où certains de ces procédés sont appliqués à la recherche de la morphine, de la strychnine et de l'atropine.

Morphine. — Cet alcaloïde a été décelé dans l'urine par Devergie, Barruel, Orfila. Ce dernier chimiste a trouvé la morphine dans l'urine des chiens empoisonnés avec 2 à 4 grammes d'extrait d'opium ou d'acétate de morphine; il a même pu constater quelquefois la présence de l'acide méconique. Il suivait, dans ses expériences, la méthode que nous allons décrire, et qui est celle de Christison. Après avoir évaporé les urines en consistance d'extrait, il les épuisait par l'acide acétique, puis précipitait la liqueur par l'acétate de plomb; il filtrait et constatait si le liquide filtré renfermait de la morphine, et si le dépôt contenait de l'acide méconique, après avoir précipité, dans les deux cas, l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré. Sous l'influence du sous-acétate de plomb, il se formait, par double décomposition, de l'acétate de morphine, qui restait en dissolution, et du méconate de plomb insoluble. La partie liquide, traitée, comme nous l'avons dit, par l'hydrogène sulfuré, était évaporée à siccité; le résidu obtenu était soumis aux réactifs de la morphine. Le dépôt recueilli dans l'eau distillée, était traité de même par le gaz sulfhydrique; l'acide méconique restait en dissolution, et, après évaporation à siccité, était caractérisé par les méthodes ordinaires.

Rappelons ici les réactions de la morphine et de l'acide méconique :

1° *Morphine.* — L'acide nitrique concentré la colore en rouge orangé; cette teinte passe peu à peu au jaune.

Lorsqu'on dirige un courant de chlore dans de l'eau tenant de la morphine en dissolution, la liqueur se colore d'abord en jaune orangé, et laisse ensuite déposer des flocons jaunes.

La morphine exerce une action réductrice sur un certain nombre de corps. Lorsqu'on ajoute à une solution alcoolique de cette base une solution d'acide iodique, de l'iode est mis en liberté et colore la liqueur en brun ou en jaune. Le chlorure d'or colore les solutions de morphine en bleu, par suite de la réduction du métal. Lorsqu'on ajoute une petite quantité de morphine en poudre à une solution de chlorure ou de sulfate ferrique, ces sels sont réduits et la liqueur se colore en bleu, ou en vert. Cette dernière réaction est très-sensible et très-caractéristique.

2° *Acide méconique.* — Ce corps prend une coloration rouge de sang, quand on le traite par de faibles traces de sels ferriques. Les acides faibles, même à l'ébullition, et le chlorure d'or, qui fait disparaître la réaction analogue produite par les sulfocyanures, n'altèrent pas cette couleur; mais elle disparaît par les hypochlorites alcalius et par plusieurs agents réducteurs.

Orfila employait encore, pour la recherche de la morphine, le procédé Laroque et Thibierge. Ce procédé consiste, comme nous l'avons vu, à évaporer l'urine à une douce température, à traiter le résidu, à plusieurs reprises, par l'alcool à 85° bouillant, à évaporer de nouveau à siccité, après filtration, puis à reprendre le résidu par l'eau aiguisée d'acide acétique; la liqueur obtenue est filtrée, évaporée en consistance sirupeuse, puis soumise aux réactifs.

Un autro toxicologiste célèbre, Devergie, qui s'est occupé également de la recherche de la morphine et de l'acide méconique dans l'urine des individus empoisonnés par l'opium, conseille de traiter le liquide par le nitrate d'argent, pensant que ce sel précipite beaucoup mieux que tout autre la matière animale. Il reste à traiter le mélange par l'hydrogène sulfuré, comme dans la méthode suivie par Orfila, puis à constater sur les deux produits obtenus les réactions de la morphine et de l'acide méconique.

Nous avons soumis il y a peu de temps, au procédé Christison, employé par Orfila, l'urine d'une femme qui avait avalé 8 à 10 grammes de laudanum de Sydenham. L'urine, recueillie 12 heures après, et traitée conformément à ce procédé, nous a fourni un produit qui donnait sssez nettement, avec le perchlorure de fer, la réaction de l'acide méconique. Au contraire, nous avons obtenu pour la morphine qu'un résultat fort douteux.

A diverses reprises, nous avons essayé par la même méthode, l'urine de malades qui prenaient 15 à 20 centigrammes d'extrait d'opium par jour. Jamais nous n'y avons décelé la morphine ou l'acide méconique, après le premier et le deuxième jour; une fois ou deux seulement, la présence de l'acide méconique s'est manifestée le troisième et le quatrième jour.

Strychnine. — Le procédé Laroque et Thibierge est applicable à la recherche de cet alcaloïde. Après avoir évaporé les urines à une douce température, on traite plusieurs fois le résidu par l'alcool à 85° bouillant; on filtre la liqueur obtenue, et on l'évapore à siccité; on reprend ensuite le résidu par l'eau aiguisée d'acide acétique, on filtre et on évapore en consistance sirupeuse. Le produit obtenu est soumis aux réactions suivantes :

Triturée avec quelques parcelles de bi-oxyde de plomb, ou de bi-chromate de potasse, en présence de l'acide sulfurique concentré, la strychine se colore en bleu passant rapidement au violet, puis peu à peu au rouge, et enfin au jaune. Cette réaction est caractéristique.

L'action du chlore est aussi d'une certaine importance. Dès qu'une bulle de ce gaz arrive dans une solution même très-étendue de strycnine, il se produit un nuage blanc qui s'étend dans toute la liqueur. Le corps blanc qui se sépare est salubl dans l'alcool et l'éther.

L'acide nitrique ne colore pas en rouge la strychnine, comme la brucine; si l'acide est concentré, la strychnine ne prend à froid qu'une teinte jaune.

Atropine. — Cet alcaloïde est éliminé par les reins; son élimi-

nation est même très-rapide, ainsi que l'a montré, il y a quelques années, M. le docteur Meuriot, dans un travail sur la belladone; il nous suffira de rappeler que ce travail a été mentionné par un de nos maîtres les plus distingués, M. le Professeur Bouis, pour faire comprendre toute la valeur qu'on doit y attacher.

La recherche de cet alcaloïde peut être effectuée par le procédé Flandin, que nous avons décrit, ou mieux encore par la méthode de M. Rabourdin. Cette dernière méthode consiste, comme l'on sait, à traiter par le chloroforme le liquide additionné de potasse caustique. Le chloroforme, séparé ensuite du liquide qui le surnage, est lavé à l'eau distillée, jusqu'à ce qu'il soit limpide, puis distillé au bain-marie. Le résidu est repris par l'eau aiguisée d'acide sulfurique, qui dissout l'atropine; on filtre, on ajoute un petit excès de carbonate de potasse; on reprend le précipité qui se produit, par l'alcool, le soluté alcoolique, soumis à l'évaporation, donne l'alcaloïde. Celui-ci présente les caractères suivants :

L'infusion de noix de galle produit dans la solution aqueuse un abondant précipité blanc; le chlorure de platine donne un précipité de couleur isabelle; le chlorure d'or un précipité jaune-citron, qui devient peu à peu cristallin et constitue une véritable combinaison du sel d'or avec l'alcaloïde. La teinture d'iode produit un précipité brun-kermès. Le chlore a peu d'action sur cet alcaloïde; sous son influence, il se forme une liqueur jaunâtre, qui contient du chlorhydrate d'atropine.

Nous mettons fin ici à la deuxième partie : c'est dire que nous sommes arrivé au terme de cette thèse. Nous ne pouvons terminer ce travail, sans exprimer le vœu que les considérations qui nous ont guidé dans le choix de notre sujet, soient jugées dignes d'intérêt par nos maîtres, et nous gagnent du moins leur bienveillance.

Bon à imprimer :
Le Directeur,
CHATIN.

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
A. MOURIER.

